

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ТИПЫ КАРСТОВ ВЕНГРИИ

Л. Якуч

Венгрия — небольшое государство в Средней Европе. Территория страны составляет 93 011 км, то есть 0,9% общей площади Европы. Венгрия расположена в центре Бассейна Среднего Дуная, окруженного горными цепями Альп, Карпат и Динарид. Такое географическое положение определяет и её геологию и рельеф; преобладающая часть страны, 68% является равниной молодого возраста, сформированной заполнением бассейнов наносами, 29% — низкая холмистая местность или плоский холмистый рельеф, высотой 200—400 м покрытый молодыми отложениями рыхлой структуры. Выше 400 м находится лишь 2% площади территории страны. Таким образом, высокогорных районов нет, да ландшафты среднегорного типа (500—1000 м.) встречаются только мелкими пятнами.

На основании этих данных было бы вполне логично сделать такой вывод, что в Венгрии и карсты встречаются всего лишь редко и имеют небольшое значение в европейском масштабе, то есть у нас мало карстовых явлений, заслуживающих внимание.

Что касается первой половины данного предположения, оно вполне логично и реально. Открытые карстовые территории распространяются всего на 1350 км, то есть на 1,45% площади страны (рис. 1.). Пожалуй, это довольно низкая доля территории, особенно, если принимать во внимание, что территория карстовых районов в соседней Югославии ровно 67 раз больше (90 тыс. км). Поэтому тот факт, что на территории Венгрии встречаются разнообразные и прекрасные карстовые явления, может казаться вполне удивительным и даже парадоксальным.

В качестве примеров достаточно указать на системы корридоров и залов сталактитовых пещер, открытые на карстовой территории Аггтелек длиной больше, чем 40 км, или на факт, что на Дунантуле (Задунайе) широко распространены гидротермальные доломитовые карсты с богатым разнообразием форм. Далее, в Венгрии много пещер с термальными источниками, стены которых покрыты массой кристаллов особых минеральных ассоциаций. Также редкостями являются в Европе такие каверны первичного происхождения, образованные в известняковом туфе сингенетически с породой, как пещера Анна в Лиллафюреде. Значительное количество нефти добывается из карстовых полостей, являющихся сетью глубоко погребенных древних пещер.

Эта парадоксальная кажущаяся ситуация объясняется следующим образом:

1. Карстовые территории, изолированные друг от друга и состоящие из небольших единиц, вкликиваются в части горных систем другого состава (напр. вулканической породы или песчаника). В результате гидрологического и тек-

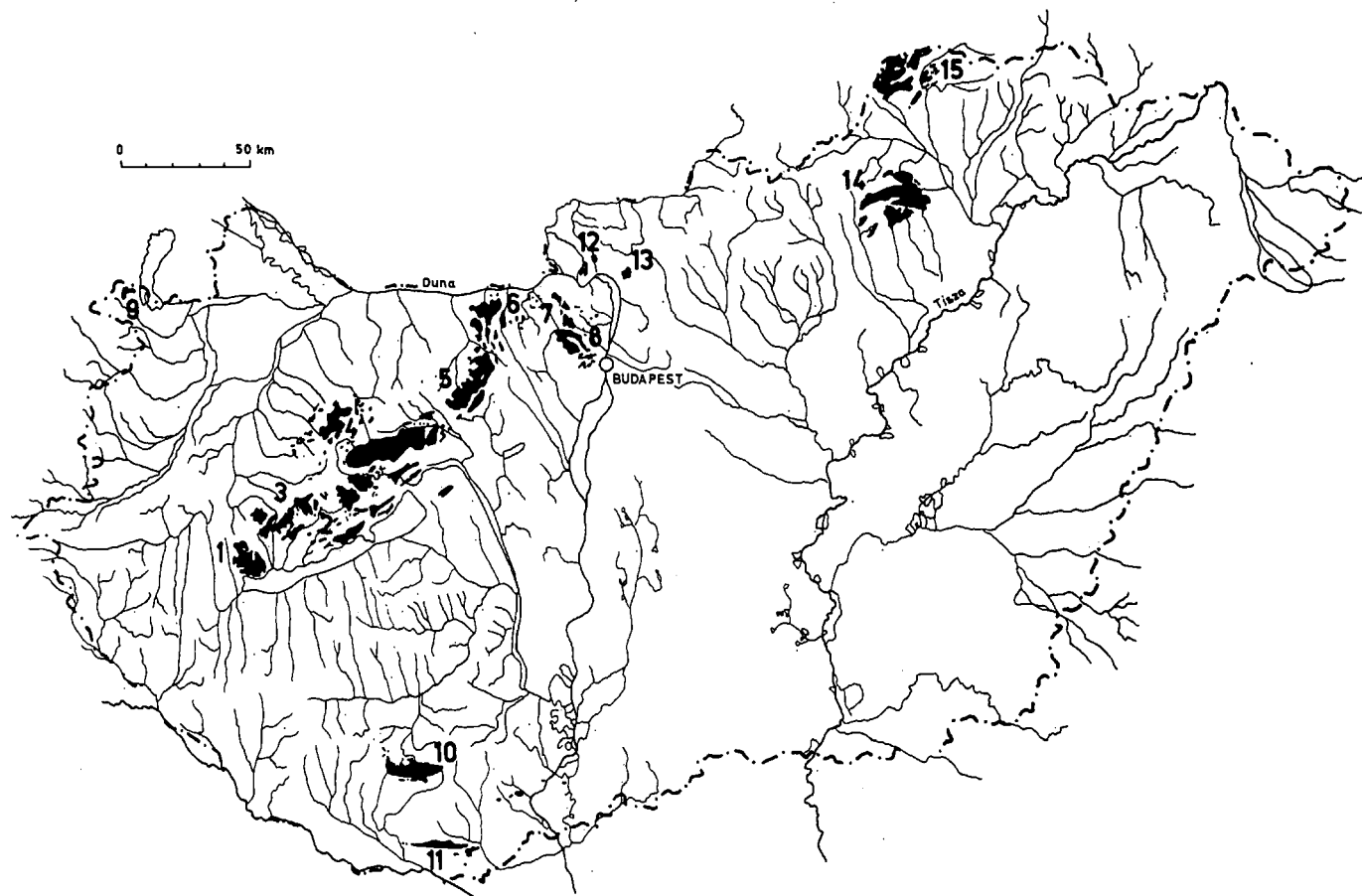


Рис. 1. Поверхностные карсты Венгрии. Названия карстовых областей, отмеченные цифрами, см. в тексте

тонического *воздействия этих гор на окружающую среду* денудация карстовых областей, находящихся между ними стала динамической, разнообразной и своеобразной. Определенность карстовых процессов условиями окружающей среды и влияние их, отраженное морфоструктурой, редко так заметны в Европе, как именно на карстах сильной расчлененности и небольшой протяженности Венгрии.

2. Мы вправе считать карсты Венгрии настоящего времени, находящиеся на поверхности, остаточными карстами, ведь они являются только лишь небольшой долей находящихся в тесном соседстве с ними глубинных карстов, которые в ранние периоды истории Земли (в меле и в начале третичного периода) также находились на поверхности и только под влиянием тектоники третичного и четвертичного периодов, образовавшей бассейны, уже в продвинутой стадии карстовых денудации опустились и стали глубинными карстами с опущенным зеркалом воды. На рисунке 2, показываем карту фаций пород основных гор Венгрии, составленную по данным глубоких бурений, которая бесспорно доказывает, что почти половина территории страны была карстовой территорией, в большинстве построенной из известняка.

О степени карстообразования бывших гор, опускавшихся в глубину можно получить картину на основании исследования кернов (степень корродирования) а также по частоте и высоте падения бурильной трубы (степень пещерообразования); (фото №1). Мы видим, что *степень денудации глубинных карстов показывает состояние, близкое к состоянию карстовых пород, находящихся в настоящее время на поверхности*. Из этого можно сделать вывод, что последние имеют *корневидные карсты*, связанные с изохронными карстовыми явлениями большой глубины и протяженности, то есть в наших современных карстах должны происходить такие необычные явления, которые нужно считать результатами воздействий не со стороны поверхности, а они раскрывают глубинные взаимосвязи. По всей вероятности, эти связи и являются ключевым вопросом истолкования гидротермальных карстовых явлений Задунайских средних гор.

3. Наконец ещё одно обстоятельство, которое играет значительную роль в том, что несмотря на наличие небольших по размерам карстов, в Венгрии встречается много любопытных явлений в этой области, а это — *факт высокой степени изученности*. Спокойно можно констатировать, что мало таких стран даже в Европе, где подземные карстовые явления — одинаково как связанные с гидрологической сетью настоящего времени, так и фоссильной деятельности или эндогенного происхождения — были бы так детально изучены с научной точки зрения, как в Венгрии.

Наверняка главной причиной такого своеобразного обстоятельства является то, что у нас карстовые явления — *посредством интенсивных коренных связей*, о которых выше уже писали — имеют непосредственное отношение к ежедневным заботам по управлению промышленностью, энергетической базой, горнодобывающей деятельностью, процессами урбанизации и водоснабжению и вопросам развития этих отраслей. В нашей стране раскрытие карстовых явлений уже давно ведется в организованном порядке, как часть *задач, стоящих перед народным хозяйством*, относящихся к геологии, горному делу или гидрологии. Начиная с 1950-ых годов, исследователи открывали несколько новых неизвестных до тех пор огромных пещер, систематической разведочной рабо-

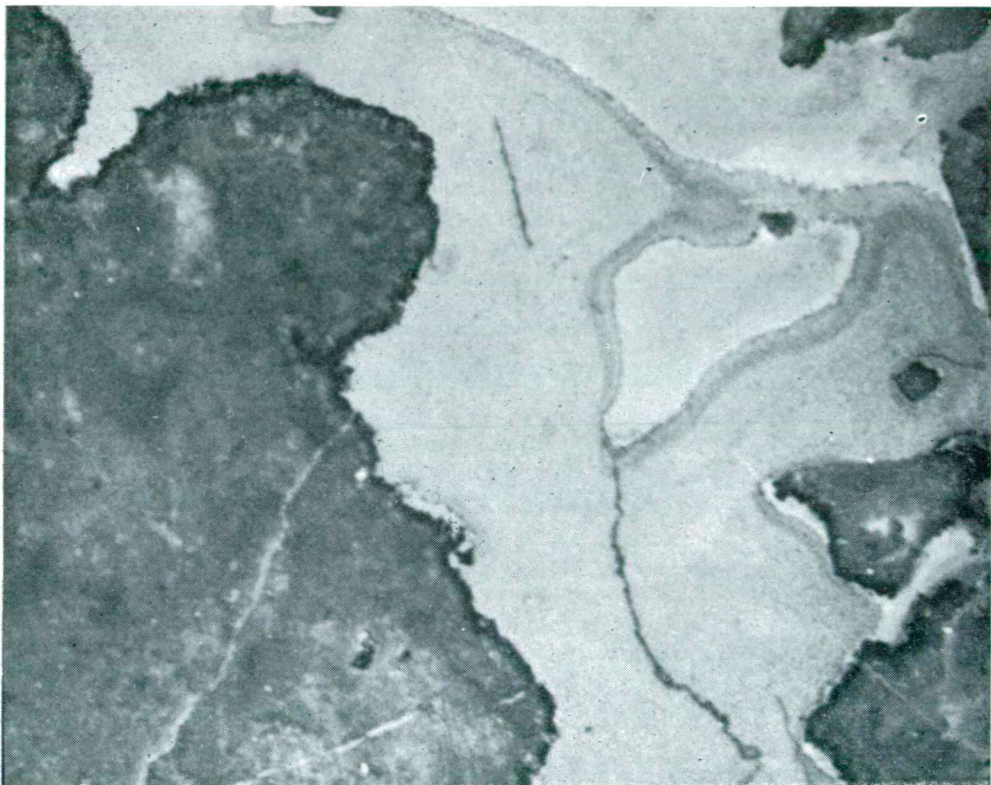


Фото 1. Карстовые каверны растворения в н. п. Надьлендьел, на глубине 1600 м, полученные из керна скважины из известняковой толщи верхнего мела (сенон).

той определяя предлагаемое место подземных пещер, а потом шурфами приближаясь к ним и открывая их.

В следующем сперва рассмотрим региональную систему главных известняковых и доломитовых карстов Венгрии, потом основные принципы сравнительной типизации отдельных карстовых районов.

Поверхностные, то есть обнаженные известняковые и доломитовые карсты настолько связаны с территорией Венгерского среднегорья, пересекающего страны с ЮЗ на СВ (оно хорошо прослеживается на рис. 1.), что кроме этого только в двух местах (на юге Задунайя в горах Мечек и его окрестностях, а также на побережье озера Фертё) встречаются на поверхности породы, подвергавшиеся карстообразованию.

Карбонатные породы карстов Венгрии — кроме наиболее молодых пород конца третичного и четвертичного периодов — находятся в *тектонически сильно нагруженном*, в большой степени разломанном, а местами значительной складчатости (Мечек) состоянии и пласты карстообразования почти везде *вклиниваются* в некарстовые породы более молодого или старшего возраста. Не раз

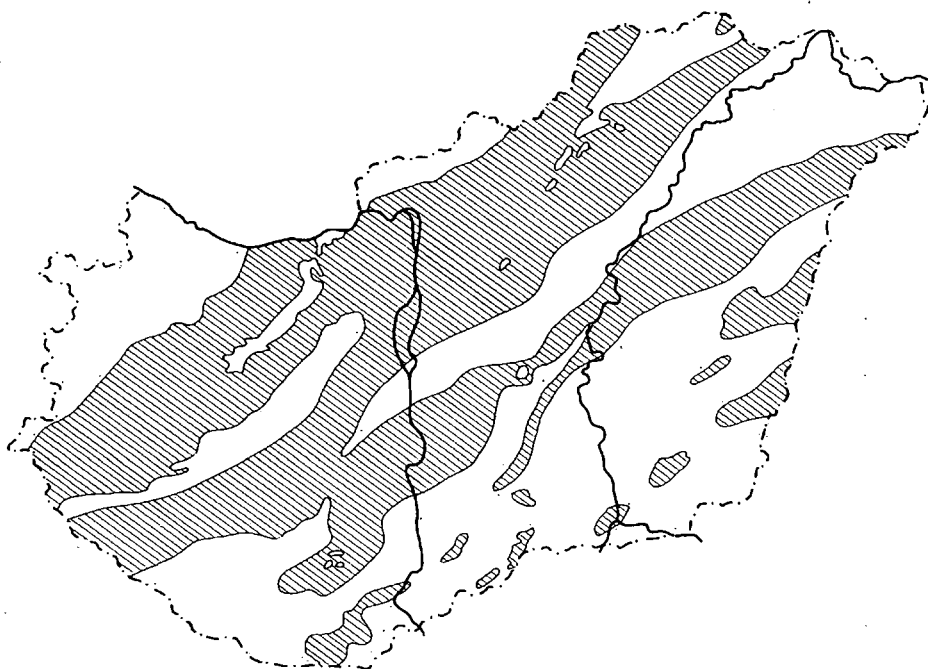


Рис. 2. Карта фаций карстообразования в основных горах Венгрии. Огромные горные цепи и глыбы пород, в настоящее время находящиеся в глубине, в ранние периоды геологического прошлого были поверхностными горными массивами карстовой денудации.

бывает, что известняковые породы расчленены или покрыты продуктами вулканической деятельности (напр. андезит); (горы Дуназуг, Матра). Все это благодаря тому, что опущенная в глубину масса — Тиса — являющаяся фундаментом Среднедунайского бассейна — из-за своего дрейфа в северном направлении — скапливается на южном краю Венгерского среднегорья и такая тенденция движения в зоне столкновения создала густо расчлененную цепь глыбовых гор разнообразного геологического строения, местами со складками.

Ниже следует перечисление карстов Венгрии по их топографии (цифры см. на рис. 1.).

1. Карстовые территории задунайского среднегорья

1. Доломитовый карст гор Кестхейи-хедьшег.
2. Мезозойские карсты Балатонского нагорья, включая сарматские известняки северной части Тапольцкого бассейна.
3. Карст Южного Баконь.
4. Карст Северного Баконь.
5. Карст гор Вертеш, преимущественно состоящий из трисового доломита.

6. Мезозойский карст гор Герече, включая и сарматские известняки Жамбекского бассейна.
7. Карст триасового известняка гор Пилиш, с Помазским плато, состоящим из известнякового туфа.
8. В основном гидротермальные карсты Будайских гор, относящиеся сюда Тетеньское плато (сарматский известняк) и небольшие пятна известняка Лейта Пештской равнины.

II. Островные горы карстовых территорий задунайя

9. Карсты известняков Лейта около озера Ферте.
10. Карсты гор Мечек.
11. Карст гор Вилланьи-хедьшег и карстовая глыба Беременд.

III. Карсты горного района северной венгрии

12. Карсты известняков Лейта района Южного Бёржён (Бассейн Сокойа, Тёрёкмежё)
13. Известняковые глыбы области гор Черхат (Насай, горы Ромхань, горы Чёвар)
14. Карсты гор Бюкк с глыбой Упони.
15. Карстовая область Аггтелека с известняковыми районами глыб Рудабанья, Салонна и Сендрё.

Карстовые области в нашей стране резко отличаются друг от друга, не только по протяженности, а литологическому составу, геолого-тектонической структуре, возрасту и степени карстообразования, то есть по характеру геоморфологического облика. С тех пор, как палеозойские и мезозойские (триасовые) известняки пережили стадию порообразования, *перешли через несколько фаз интенсивного карстообразования*, поэтому они сохраняют наиболее представительное и генетически сложное богатство коррозийных карстовых форм. Особенно карстовая денудация климата тропического характера потом *стадии субтропической денудации* конца третичного периода и *эрозионные циклы четвертичного периода (особенно плейстоцена)* оставили на них следы по изменению форм.

На поверхности, сформированные в меле за счет тропических конфигураций (карстовые купольные горы, небольшие башенные карсты) — после их коррозии — залегали более молодые слои (боксит, марганцевая руда, различные третичные и четвертичные осадки) и они более-менее консервировали погребенные ими древние карстовые формы. Эти карсты потом, во время фаз интенсивной денудации отчасти обнажались из-под этих осадков (карсты Аггтелек, фото №2), а часть древних карстовых форм оказалась на поверхности вследствие добычи бокситовых и марганцевых руд (как напр. тропические карстовые конусы: гора Чарда, Уркут, в горах Баконь-хедьшег) или древние карсты, освобожденные из-под боксита Искасентдьёрдь и Гант (фото 3.).

Свидетелями фаз интенсивной карстовой денудации древних периодов истории Земли являются — рядом с сильно расчлененными формами древних



Фото 2. В денудационные фазы неогена в увале озера Вёрёш-то, из-под терра росса мелового возраста освободились известняковые башенки тропического конического карста (нижний мел). Таким образом карстовая денудация последних и в настоящее время продолжается (скалы Медве-сиклак).

карстов — *пенепленизированные карстовые плато*, среди которых первоначальные формы наиболее всего сохранили части карстовой области Аггтелека, расположенные на разных уровнях по высоте: гора Алшо-хедь, Надьолдал, Хара-гиштя; а также плато гор Бюкк (Надь- и Киш-феншик) и т. д.

Эпохи возникновения венгерских пещер тоже различны. Генетическая асинхронность представлена наличием полостей различного происхождения; встречаются пещеры с ручьями, указывающие на местный базис эрозии. Во время активной фазы, а также пустоты, являющиеся результатом тектонического или гидротермального действия. Часто явление асинхронности наблюдается внутри одного данного генетического типа или одной пещеры. Например испытания, проведенные в пещере *Шоймари-эрдёгйук* (Будайские горы) доказали, что находящаяся там система каверн образовалась еще в основной период денудации мела (*первая фаза пещерообразования*). Эти пустоты были заполнены галечником, превращенным в конгломераты потом во время эоцена и олигоцена (остатки до сих пор наблюдаются внутри стен пещер). Позже, под влиянием гидротермальной активности, вызванной андезитовым вулканизмом миоцена в районе Вишеграда, новые полости формировались. Возраст активной деятельности термальных вод в пещере до сих пор надежно не определен. Однако в

результате коррозии в этом *втором периоде эвакуации* были образованы большие скальные пещеры, шарообразные ниши и слепые пещеры а также прослойки гипса, местами встречающиеся даже в настоящее время (в зале Фехер-терем этой пещеры). *Третья фаза* формирования пустот характеризовалас двойной деятельностью воды: нормальной карстовой эрозией и эрозией ручьев; в качестве генетического отпечатка местами она оставила за собой красиво эродированные русловые формы и параллельные террасы с обеих сторон. Эта третья ге-



Фото 3. Древние карстовые поверхности нижнего мела и расчлененные элементы форм около Искасентдёрдь. Эти тропические карры были покрытыми с верхнего мела до наших дней и только добывание боксита освободило их из-под консервирующего покровного залегания толщ.

нетическая фаза произошла или еще перед плейстоценом или в первом и втором межледниковьях (гюнц-миндельское; миндель-рисское). Доказательством такой последовательности есть, что фазы выпавивания с обильными осадками, следовавшие позже (напр. росс-вюрмское межледниковье) на потамогенных отложениях этих пещер своего отпечатка не оставили. Кстати, вблизи Шоймари-эрдёйгук и поверхностные формы потеряли раньше существующую связь с пещерой, (поноров, отведенных в пещеры, карстовых воронок не наблюдаются) этим и доказывая, что активность третьей фазы уже давно прекратилась.

Та гетерогенность, которая выявилась по разным возрастам *карстовых фаз*, характерна для венгерских карстов и в любом другом отношении. В нашей стране почти каждая карстовая область имеет своеобразный облик, поэтому очень трудно найти у них какие-либо общие отпечатки, которые глобально характеризовали бы все наши карстовые территории. В такой короткой статье однако не хватает места для того, чтобы дать детальную характеристику и описание каждого известнякового и доломитового края, ведь такой труд занимал бы целый том, а с другой стороны некоторые темы хорошо освещены частными работами исследователей (Ланг, Лел-Эшши и т. д.). Значит, лучшим методом для описания наиболее типичных и специальных карстовых свойств является *группирование явлений*.

1. Связь между карстовыми образованиями и тектоникой на карстах Венгрии

Причина того обстоятельства, что — особенно на территории Задунайского Среднегогорья — карстовые явления перешли через значительное преобразование, заключается в орогенезе, то есть интенсивном и повторяющемся горообразующем движении, формировавшем дизъюнктивные глыбовые горы и раздробившем их на небольшие блоки. Эти нарушения, отражающие напряжения, имевшиеся в земной коре, создали на этой территории — особенно в доломитовых и известняковых толщах триаса, но местами и в эоценовых известняках — дилатационные сбросовые трещины. Система трещин соответствует двум главным тектоническим направлениям, пересекающим друг друга: основной оси горной цепи СВ—ЮЗ и поперечным сбросам СЗ—ЮВ-ого простирания, перпендикулярным этой оси.

Во многих местах отвесными плоскостями разлома — кроме того что они расчленили массы карстующихся горных пород на небольшие блоки — были определены направление движения и характер гидродинамики вод, падающих в толщу пород. Из-за наличия таких плоскостей трудно развивались зоны растворения, расположенные по горизонталям, зато практически не было преграды вертикальному движению воды. Таким образом водные массы, опускающиеся под (а местами поднимающиеся над) местным базисом эрозии и их растворяющая деятельность способствовали развитию системы каверн отдельных плоскостей разлома.

Таким путем было образовано очень много тектонических пещер, особенно на территории Будайских гор. Эти пещеры состоят из высоких каверн, ограниченных параллельными скалистыми стенами. Находящиеся между этими пустотами массы горных пород расчленены на кубики, подобно шахматной доске. Характерным представителем такого способа образования пещер можно считать *пещеру Ференц-хеди-барланг* в Будайских горах (рис. 3), однако примером других задунайских пещер подтверждается определяющая роль тектоники (пещеры Палвельди-барланг, Матьяш-хеди-барланг, Семлехеди-барланг, Шой-мари-эрдёгйук, Легень-барланг в горах Пилиш, Тапольцаи-Таваш-барланг и т. д.).

Кроме формирования пещерных систем расположенных по разломам, на венгерских карстах тектоника также играла роль в *распространении некоторых*

явлений. Так например доказано, что естественные термальные источники нашей страны — как современные так и фосильные — локализованы на предгорных тектонических разломах или же пересечениях этих разломов, результатом чего

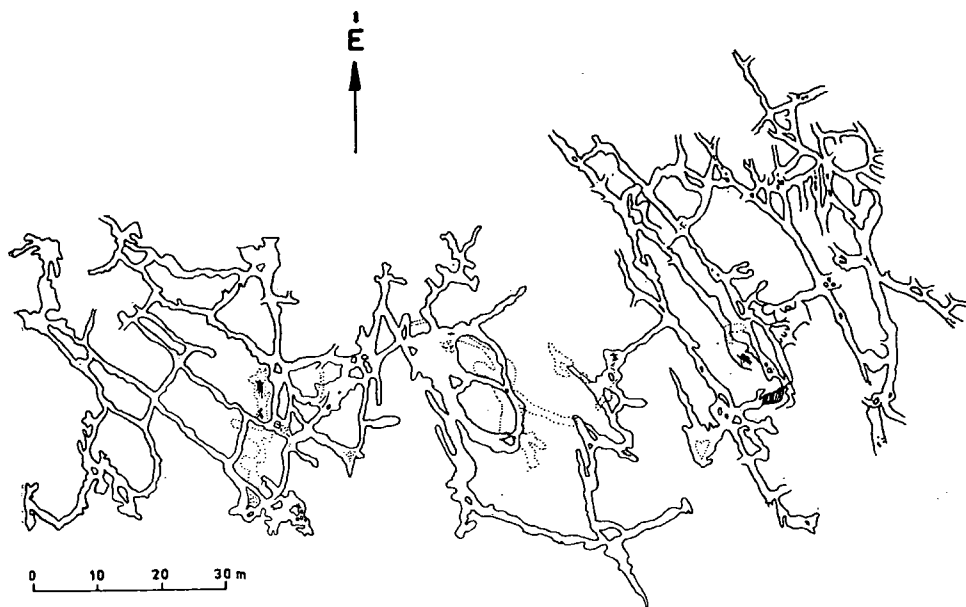


Рис. 3. План будайской пещеры Ференц-хеди-барланг который ясно представляет тектоническое происхождение сети каверн.

является своеобразное *линейное территориальное распределение* гидротермальных карстовых явлений внутри горной цепи (рис. 4.).

Разумеется, тектоника играла непосредственную или косвенную роль в формировании направления простиравания и других морфологических признаков отдельных карстовых плато (два плато плоскогорья Бюкк; семь меньших карстовых плато в окрестностях Аггтелека; Западный Мечек), далее разных эрозионных и коррозионных карстовых долин, пещер с ручьями и серий карстовых воронок и даже отдельных воронок и уралов.

2. Гидротермальные карстовые явления (термальные источники, гидротермальные пещеры выветривание доломита, кварцитовые башни, известняковые отложения источников)

В настоящее время, как и в геологическое прошлое на территории Венгрии термальные источники проявляют энергичную деятельность, особенно по линии разлома, протягивающейся по южной окраине Задунайского Среднегорья. Действием современных термальных вод, на местах стыка Будайских гор с Дунаем (водолечебницы Геллерт, Рудаш, Лукач), а также в горах Кест-

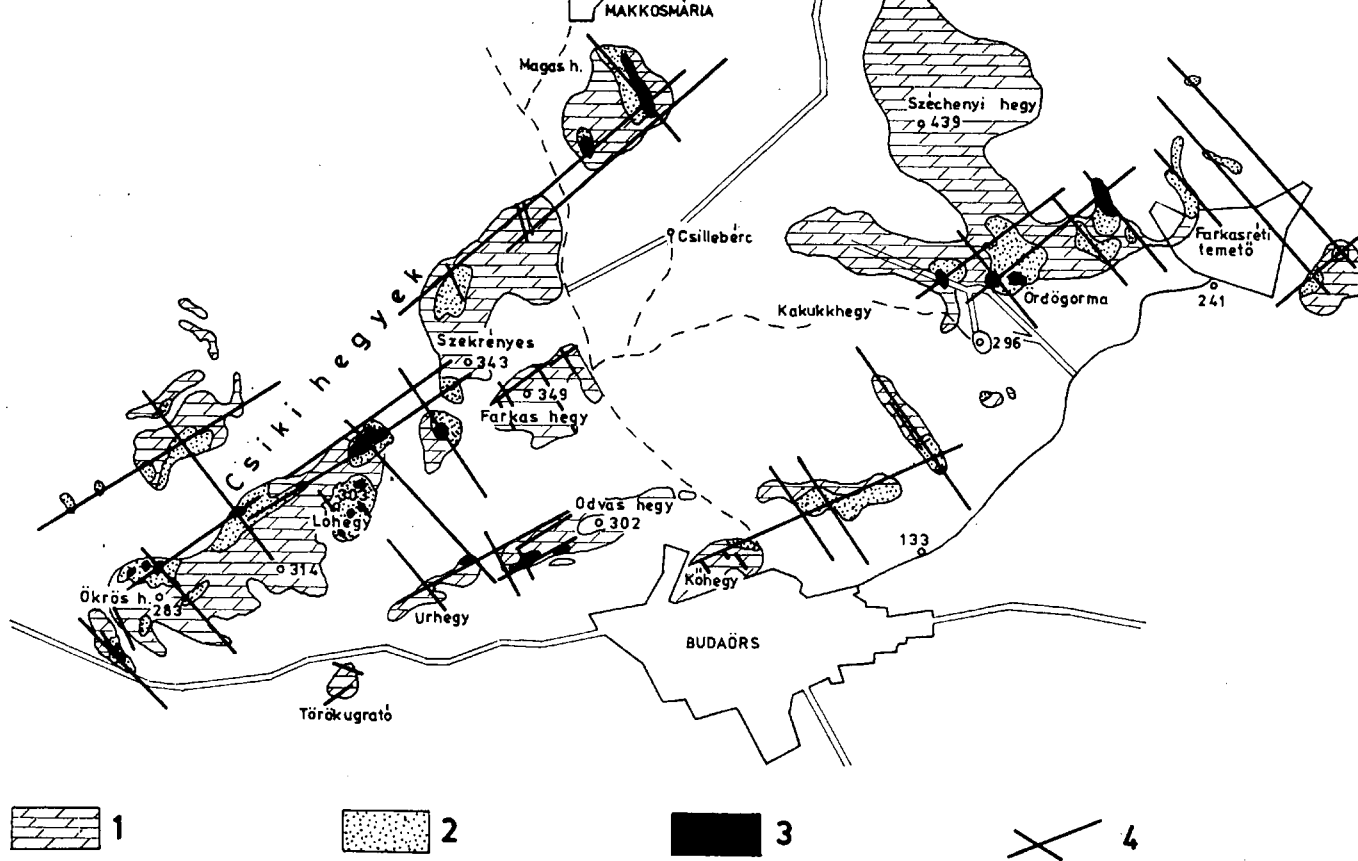


Рис. 4. Доломитовые карсты гор Будаэрши-хедек с выделением фаций доломитовой муки. Территориальная система местонахождения изменений по текстуре горных пород (в том числе и выветривания), вызванных гидротермальными причинами, соответствует тем точкам пересечений тектонических разломов, где раньше пробивались термальные источники.

Условные обозначения: 1. уцелевший главный доломит 2. главный доломит, превратившийся в дресву. 3. главный доломит в стадии выветривания 4. трещины в породах или линии разлома.

хейи-хедышег (Хевиз) и в настоящее время вызываются различные локальные изменения в породах, находящихся в непосредственном соприкосновении с водами) (коррозия, химическо-минеральное преобразование, образование синтер, процесс отложения осадков и т. д.). Однако территориальное распространение термальных вод в историческом прошлом — по всей вероятности из-за высокой температуры и химической интенсивности — в течение геологического прошлого временами имело всеобщий характер и еще большую эффективность. Поэтому гидротермальная деятельность стала значительным (если не определяющим) фактором формирования геоморфологического облика целых районов солидного протяжения. Гидротермальным влиянием — так как эти источники преимущественно пробивались в доломитах и известняках — развивались карстовые явления своеобразной формы, которые местами в такой мере характеризуют данный район, что их вынуждены называть *гидротермальными карстами*. Наиболее типичным центральным районом гидротермальных карстов на территории Венгрии можно считать Будайские горы, построенные в основном из главного доломита триаса и дахштейнового известняка.

Среди гидротермальных карстовых явлений встречаются *подземные и надземные*. Однако гидротермальное карстообразование, действующее снизу, всегда создавало простративные явления, в то время, как прочие карсты — явления двух измерений, наблюдающиеся на поверхности (карры, воронки выщелачивания и пр.). Гидротермальные преобразования пород, встречающиеся на поверхности, (выветривание доломита, выходы термальных вод с осадками кварцита и т. д.) всегда имеют *глубинную связь*.

Среди гидротермальных карстовых форм особое внимание заслуживают *пещеры с термальным источником*. В Венгрии знаем пещеры, действующие и в настоящее время, то есть содержащие термальную воду (Гёрёмбей-Тапольцаи-барланг, Мольнар Янош-барланг, находящийся в Буде и т. д.) а также неактивные, сухие пещеры. *Независимо от периода активности* в эту категорию причисляются те пещеры, система пустот которых созданы *водой или парами термальных источников, бьющие из глубины, отчасти способом непосредственного растворения (коррозии) пород, а также путем минеральной перегруппировки внутри породы под влиянием растворов или подготовной ее к химическому выветриванию*.

Морфология пещеры, возникшей таким образом, очень отличается от облика простых карстовых пещер, так как ее развитие обусловлено движением вод не под влиянием гравитационной силы. Пещера развивается почти одинаково по всем направлениям пространства, то есть полости — в отличие от пещеры с ручьями — распространяются не сверху вниз или по сторонам, а пробиваются исходя из наиболее низко лежащей точки пещеры снизу вверх через породу в радиальном направлении, сложными ответвлениями стремясь на поверхность. Большинство этих веток не доходит до поверхности, а заканчивается *в слепой пещере*. Такие слепые пещеры обычно имеют *купольный свод вида шара или полушара* (Паваи-Вайна, 1930; Якуч, 1948).

Таким образом, пространственное расположение полостей в толще пород напоминает на ветки какого-то куста, эти ветки исходят из одной точки, потом заканчиваются, при этом *не утоньшаясь и не имея никакой связи с поверхностью*. Наподобие жемчужного ожерелья составными частями этих пещер являются большие и мелкие по размеру пустоты *правильной шарообразной формы*. Их

называем *шарообразными нишами* и формирование их связано с тем обстоятельством, что, благодаря полному заполнению водой, коррозия и прочие пещерообразующие химические процессы не управлялись гравитационной гидродинамикой. В большинстве случаев эти пещеры образуют настолько сложную пространственную систему, что их картографическое изображение с помощью обычных проекций на плоскость является неэффективным. Поэтому наиболее целесообразным представляется изготовить их *пространственную гипсовую модель* *сохранением пропорций и форм*. Снимок, сделанный с этой модели уже наглядно изображает структурные и морфологические особенности системы пустот (см. фото №4 и 5).

Наиболее характерным представителем *моногенетического способа* гидротермального пещерообразования принято считать Шаторкёпустаи-барланг не-

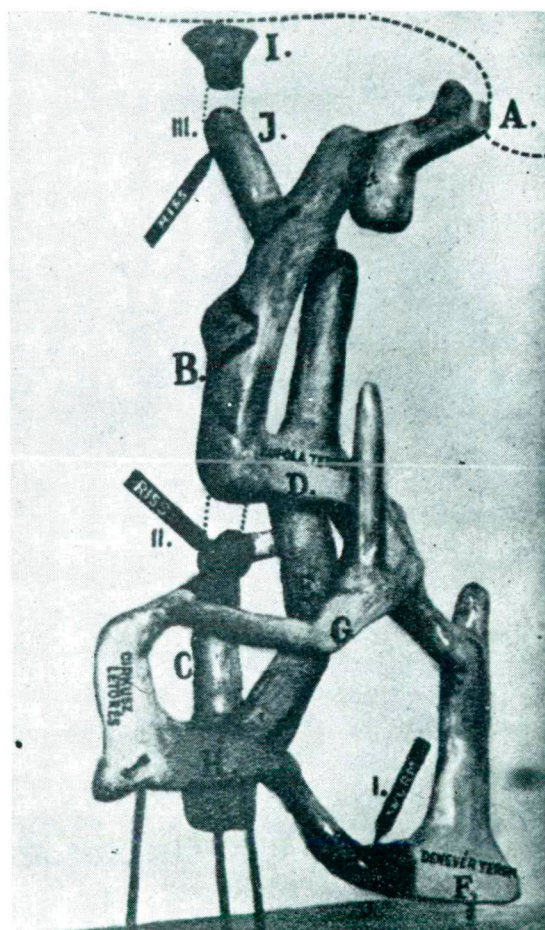


Фото 4. Пространственная гипсовая модель входной части шоймарской пещеры Эрдегйук-барланг, указывающая на гидротермальную эвакуацию.

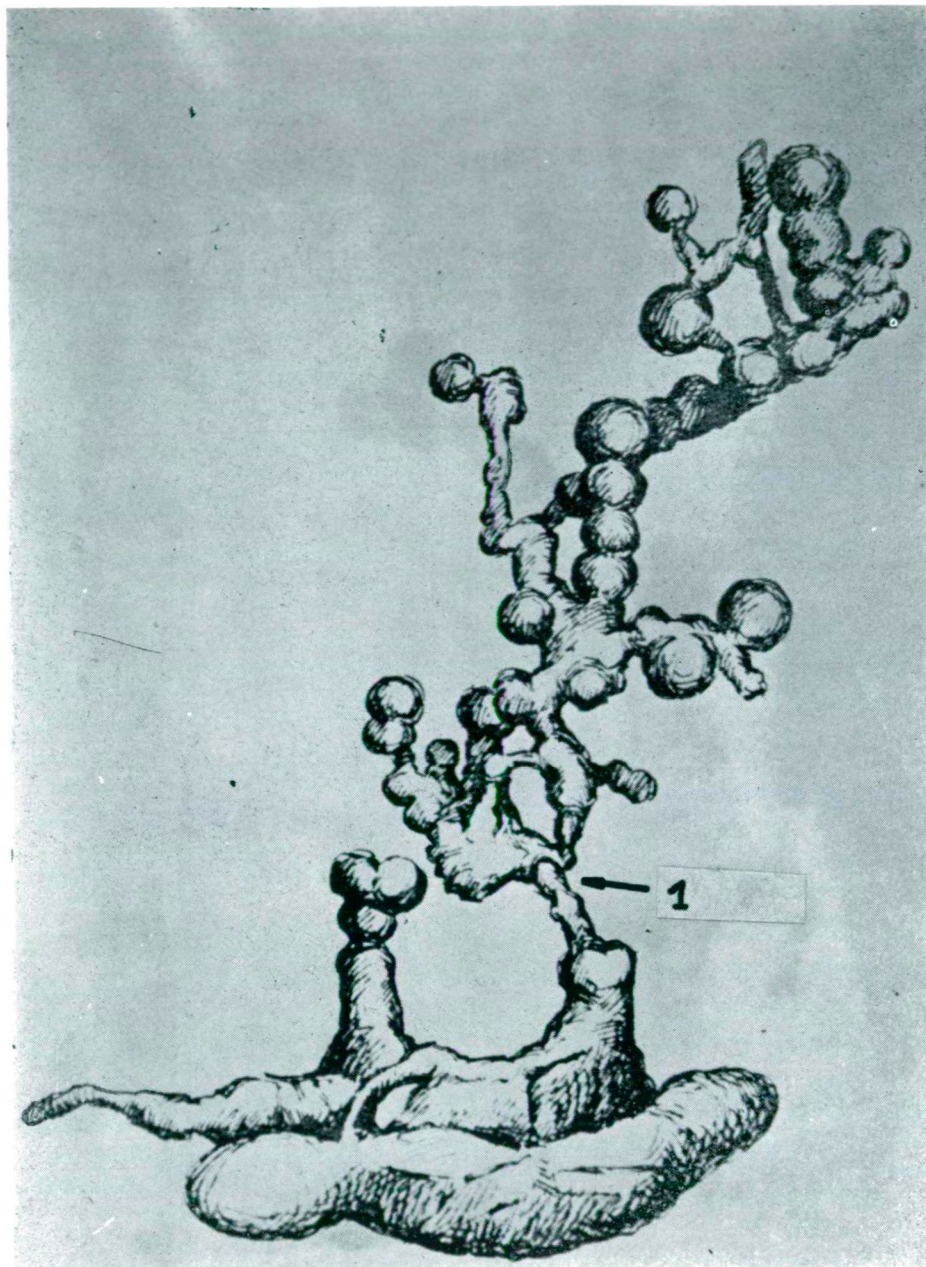


Фото 5. Масштабная гипсовая модель, сохраняющая правильность форм, о пещерной системы Шаторкёпустаи-барланг (недалеко от Дорог). Пещера является типичным представителем гидротермального способа пещерообразования. Исходной точкой разветвлений каверн с шарообразными нишами является труба на потолке нижнего Большого зала.

1: основной пункт

далеко от Дорога. Остальные гидротермальные пустоты отражают более-менее комплексную генетику, в которой играло роль несколько факторов. Гидротермальное расширение и распространение пустот в большинстве случаев комбинируется богатством тектонических форм (Шоймари-Эрдёйук, пещеры Семлё-хеди-барланг, Матьяш-хеди-барланг и т. д.), но гидротермальные отпечатки позднее могут быть преобразованы (часть пещер Матьяш-хеди и Шоймари-барланг, Пал-вёльди-барланг и т. д.). Известен и такой случай, когда гидротермальная деятельность начиналась развиваться в пустоте, сформированной раньше другим способом, потом прекратилась. В результате этого морфология поверхности пещеры дальше не развивалась, а всего стены пород были «разукрашены» минеральными отложениями (пещера Ференц-хеди-барланг.)

В гидротермальных пещерах нашей страны имеются различные ассоциации минералов, находящиеся на стенах, потолке и скалистой поверхности. Среди них наиболее часто встречается арагонит со своими разнообразными формами, кристалльными гипсовыми осадками (фото №6) и большими отдельными гипсовыми кристаллами, а местами сталактитами и сталагмитами гипса (фото №7), скаленоэдрами и ромбоэдрами кристаллов кальцита а редче — лимонитовым псевдоморфизмом периода после пирита, плитами барита и флюорита.

Однако особенно наличие этих двух последних минералов заставляет задуматься о происхождении гидротермальных явлений, которое до сих пор еще далеко не выяснено. Трудно верить в том, что карстовая вода даже в нагретом состоянии содержала соединения бария или фтора. По всей вероятности в про-

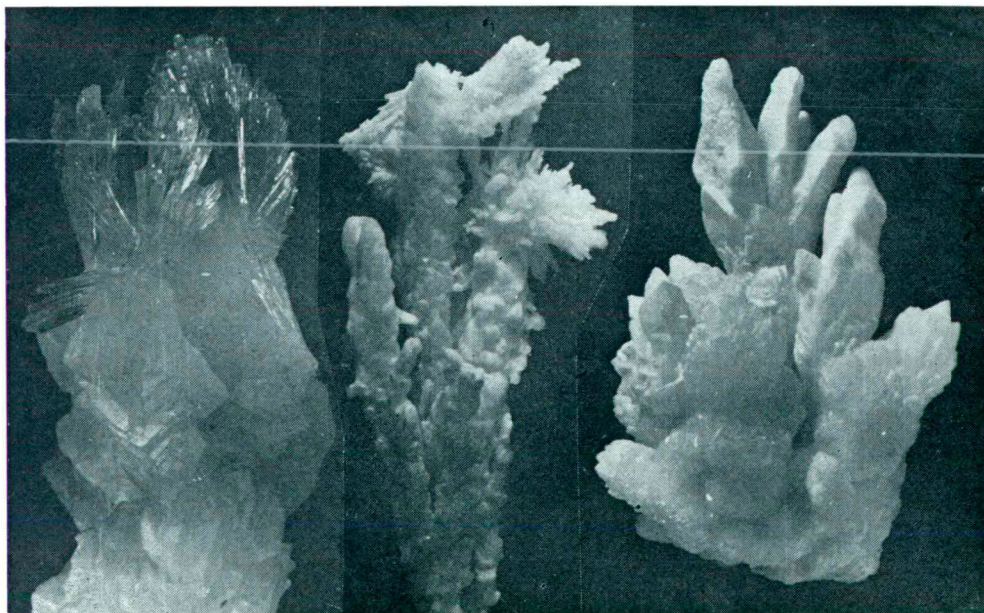


Фото 6. Гидротермальные кристаллические формации арагонита и гипса, относящиеся к различным типам, из пещеры Шаторкёпустай-барланг.



Фото 7. «Гипсовые сталактиты» шире человеческой талии, с кавернами внутри в нижнем Большом зале пещеры Шаторкёпустаи-барланг. Их происхождение еще недостаточно выяснено.

исхождении термальных источников определенную роль играла *поствулканическая деятельность*. Общее и массовое появление гипса в пещерах доказывает, что вода, игравшая роль в формировании этих пещер, содержала *свободную серную кислоту* и такой вариант исключается, если бы термальные источники были всего лишь горячими глубинными карстовыми водами.

Странным гидротермальным карстовым явлением, получившим широкое распространение, можно считать *выветривание главного доломита* триаса или же измелчение его, что часто встречается в Будайских горах. То же самое явление, то есть *распад первичной текстуры породы без изменения химического состава* наблюдается и в некоторых местах, где имеются известняки дахштейна (напр. на горе Фазекашедь), значит выветривание является особенностью не только доломита. Там, где доломитовая мука образовалась из коренных пород, в толщах одинакового залегания с оставшимися целыми породами, макроструктура пород осталась неизменной, в то же время, как микроструктура материала была уничтожена на месте образования.

Раньше твердый, плотный доломит во многих местах появляется в виде мелкозернистого порошка, еще в других — в более грубой форме. Поскольку на нем почвы совсем нет или она только слабо развита, вегетации тоже очень мало, доломит образует места ослепительно белого цвета, напоминающие на песчаные пустыни (фото №8). В доломитовой муке дождевые воды быстро формируют *сухие долины*, но они так же быстро уничтожаются и появляются новые



Фото 8. Своеобразное явление, присущее гидротермальными карстам: «карст доломитовой муки», напоминающий на пустыню, в горах Фехер-хедьек около Пилишвёрёшвар.

(фото №9). Часто наблюдается в районе распространения доломитовой муки, что материал сухого порошка ветер выдувает и приводит его движение подобно сыпучим пескам.

Раньше в частных предприятиях доломит добывался ручным путем, таким образом, что из пород, оставшихся целыми, выгребали рыхлые части. Таким



Фото 9. Суходол, сформированной потоками ливней в доломитовом карсте около Пилишчаба. Ведоломитовых карстах, не затронутых гидротермальными процессами, такие формы встречаться не могут.

образом после прекращения добычи на месте в породе остались причудливые формы каверн и полостей (фото №10,11).

Распространение на земной поверхности и в глубине доломитовой муки доказывает, что *следы выветривания встречаются только по структурным линиям разлома или в зоне пересечения этих разломов*, причем всегда на местах, где раньше действовали термальные источники. Удалось выяснить, что основной причиной выветривания доломита является воздействие на породы, оказанное гидротермами. (Шэрф 1922, Якуч 1950). В текстуре нагретых пород в зоне соприкосновения осаждались *арагонит* или *ангидрит*, и эти минералы — после прекращения термического воздействия, уже при нормальной температуре *увеличением объема* перешли в стабильный кальцит или гипс, соответственно при этом набухавшийся материал, с увеличенным объемом разрыхлял текстуру породы.

Однако и *свободная серная и сернокислая железо* могли вступить в обменное разложение с основной кальцитовый массой, расположенной между крупинками доломита зоны просачивания. Если при этом из цементирующей извести зернокристаллического доломита образовался гипс или сидерит, кристаллические зерна породы тотчас выветривались. Таким образом, разрыхленный в текстуре доломит можно считать конечным продуктом одного и того же внешнего вида, полученным в результате различных химических процессов.

Факт, что и карстовая коррозия, при воздействии холодной воды, способствует размелчению, выветриванию пород. При температурных условиях нашего климата, вещество, связывающее кристалликов двойной соли (кальцит) относительно раньше растворяется, и результатом такой *избирательной коррозии* также может оказаться измельченная порода доломита. А тот факт, что местонахождения доломитов в Будапештских горах в каждом случае совпадают с районами появления гидротерм указывает на то, что *главным фактором* этого комплексного процесса у нас является воздействие термальных вод (рис. 4.).

Своеобразными явлениями гидротермального происхождения можно считать те *башенные скалистые образования*, которые в настоящее время высоко поднимаются на местности, поскольку их более прочный материал не стал жертвой карстовой денудации, происходившей вокруг. Также скалистые башни образовались в местах, где из воды прежнего термального источника были отложены *гидрокварциты* и *кварцит*. Эти растворы кварцита просачивались на



Фото 10. Шахта доломитовой муки крупного производства около Пилишвёрёшвар.

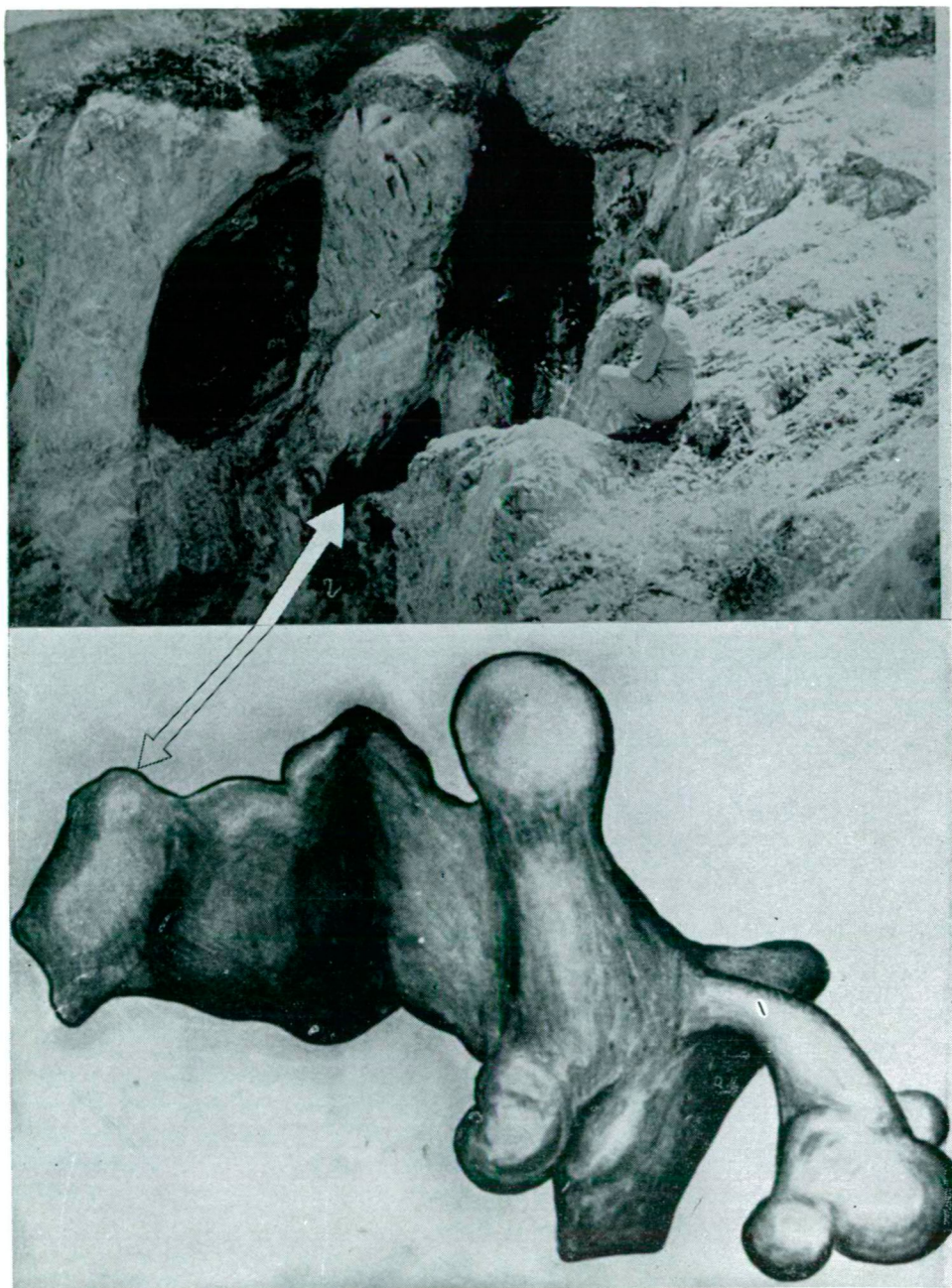


Фото 11. Вход в систему каверн с шарообразными нишами, формировавшимися на месте доломитовой муки добытой из коренных пород, (верхняя картина) и масштабная гипсовая модель (нижняя картина). Стрелками указаны соответствующие на двух картинах входы в каверны.

несколько метров вглубь породы и проходили через трещины и коры доломта, осаждаясь при этом.

Такие образования встречаются в горах *Чики-хедек*, на южном склоне горы *Хусоннедьёкёш-хедь* и в окрестностях *Мариамакк*, но сюда причисляется и *Эрдёгторонь* около Пилишсентиван (фото №12). В наиболее южно расположенных глыбах около Будаэрш от *Тёрёкуграто до Кёхедь* следов выветривания нет, только мощные отложения кадьцита.

Имеются и другие свидетельства изменений по температуре и химическому характеру наших термальных источников. Термальные источники, расположенные по линии Дуная во время плейстоцена уже кварцита не содержали, да и растворяющее химическое воздействие их к этому времени уменьшилось. На первый план вступила тенденция отложения известняков. К этому времени датируется формирование мощных отложений пресноводного известнякового туфа. И среди них наиболее Мощным является плато известнякового туфа *Будайской горы Вар-хедь*. Особенности залегания и структура пород удобно изучаются в обнажениях пещер, образованных внутри плато.

3. Явления глупинных карстов (шахтные воды, нефтесодержающие карсты)

Уже говоря о древних карстовых явлениях напомним о том что исследованием известняковых и доломитовых пород можно бесспорно выявить стадии карстовой денудации более ранних периодов геологического прошлого. Особенно благодаря дизъюнктивной тектоники Задунайского среднегорья, пережившей несколько стадий, сложилась такая ситуация, что в карстовых периодах, следовавших друг за другом, по сравнению с актуальной земной поверхностью, зеркало карстовых вод, то есть *горизонт глубинной карстовой денудации* постоянно изменяло свое положение. В результате этого в большинстве массивов триасовых основных гор по разным уровням возникали *горизонты растворения*. Движение опускания и поднятия нашего среднегорья произошло настолько динамично, что с начала мела получились и вертикальные смещения, превышающие 1000 метров.

Пещеры, образованные и возраставшие за счет коррозии, связанные между собой, оказались погребенными из-за глыбовых опусканий. После прекращения своей деятельности они сохранились как огромные подземные карстовые водохранилища. При этом водные массы систем пустот отдельных фоссильных горизонтов растворения по линиям разлома находятся в гидрологическом контакте между собой. Следствием этого обстоятельства является, то если в любой из полостей, опускавшихся в глубинный карст, создается депрессия, водная масса находящаяся до этого в состоянии покоя, тотчас начинает утекать в сторону точки снижения, и это течение обеспечивает пополнение водой. Благодаря большому протяжению карстовых полостей, находящихся на больших глубинах, продолжительным отсасыванием можно вывать *опусканке уровья карстовых вод*, распространяющее на целый горный хребет или на несколько хребтов, как показывают примеры из Задунайского среднегорья. Шахты каменного угля и боксита, действующие под зеркалом карстовых вод, к сожалению часто вступают в контакт с карстовыми полостями и если поток воды невоз-

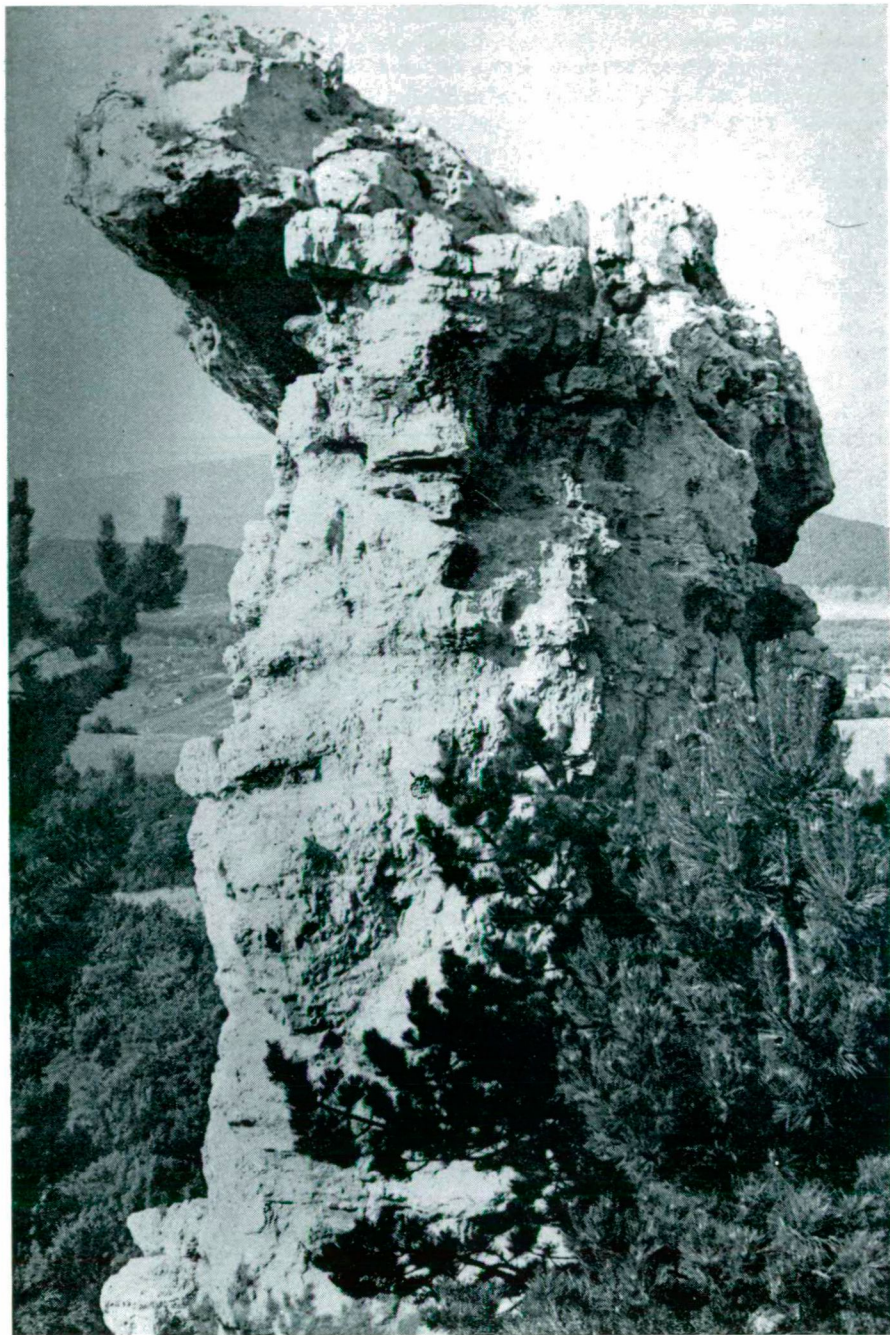


Фото 12. Эрдегторонь около Пилишсентиван является типичной для гидротермального доломитового карста формацией. Первоначально она была выходом гидротермального источника.

можно остановить отцементированием, то спасти шахту можно лишь постоянным отсысыванием. Добывание воды в некоторых районах возросло до такой степени, что иссякание естественных карстовых источников (источник Феньешфорраш около Тата) говорит об опускании уровня карстовых вод в окружающих горах.

В наших глубинных карстах погребено огромное количество *коррозионных и эрозионных пещер*, которые, если горнодобывающая деятельность ушибает их, порой и катастрофические *затопления* могут учинить, уничтожающие целые шахты (Дорог, Татабанья и т. д.).

Там же, где путем отсасывания несколько таких пещер глубинного карста удалось отчистить от воды, оказалось, что в их формировании гидротермальный фактор также играл определенную роль, как и в становлении пещерных систем горного района, лежащих над уровнем карстовых вод. В системах пустот, открытых в каменноугольной шахте Дорог на глубине 5—600 м., например на стенах пород встречаются группы кристаллов арагонита и гипса, по красоте напоминающие пещеру Шаторкёпустаи-барланг.

Карсты Венгрии, находящиеся в глубинном положении и в тех районах имеют каверны, где они покрыты некарстующимися покровными залеганиями. Так, из опытов глубокого бурения по разведкам углеводородов известно, что даже на 1000—2000-метровой глубине под современной поверхностью находятся открытые карстовые каверны в недрах основных гор карбонатного состава пород. В этих карстовых пустотах под населенным пунктом Надьлендбел (Задунайе) и г. Сегед (Альфёльд) накопилось значительное количество углеводородов.

Естественно, в обоих местах карстующиеся породы служат всего лишь *бассейном* для нефти, которая образовалась где-нибудь далее и путем *миграции* попал в каверны мезозойского доломита и известняка, напоминающие на ловушки. Это предположение убедительно подтверждается кернами бурения, взятыми из пород карстовых бассейнов углеводородов. У них в межтекстурных порах нет следов углеводородов в то же время, как у трещин и каверн растворения стены покрыты нефтью.

Под Надьлендбел бассейны расположены на нескольких горизонтах по отношению друг друга. Нефть добывается или из триасового доломита, или из известняка верхнего мела. Кажется, что в толще триаса — два нефтесодержащих горизонта и нефть главным образом содержится в небольших расщелинах, в трещинах, расширенных коррозионным путем (среди них большей емкостью обладает верхний горизонт). В меловом (сенонском) известняке развитые и обширные системы каверн содержат нефть. В этих толщах наблюдается падение бурильной трубы в нескольких метрах, что и свидетельствует о развитом пещерообразовании.

Пещерный характер нефтесодержащих бассейнов мела еще доказывается и тем, что из этих толщ нефтяники временами получают продукты высокого режима, в то время, как доломитовые толщи имеют более надежный, уравнивающий режим нефти.

Изучением материалов, необходимых для палеоклиматологической оценки, было установлено, что активные карстовые процессы, при которых формировались наши нефтесодержащие бассейны, произошли в двух фазах: в материковой период *конца юры — нижнего мела* и за период *с конца эоцена до ге-*

львета. В первой фазе произошло карстообразование триасовых горизонтов, а второй — меловых известняков. Само собой разумеется, что эта вторая фаза повлияла и на дальнейшее формирование триасовых толщ, уже карстовавшихся в предыдущей фазе. Значит так считаем, что карстовое развитие триасовых толщ, в настоящее время лежащих на глубине основных гор, произошло по нескольким стадиям, более комплексно, чем формирование меловых горизонтов.

4. Поверхностные коррозионные карстовые явления (корневидные карры, разные карстовые воронки)

На карстах Венгрии степень развития поверхностных коррозионных явлений очень различна. На известняковых и доломитовых карстующихся поверхностях (независимо от возраста пород) относительно мало форм поверхностного растворения. Хотя некоторые карровые формации (округлые, с выпуклыми микроформами как *карровые скалы и выходы пород* местами) встречаются, однако образование карстовых воронок — редкое явление (*задунайский тип*). Это явление обращает на себя особое внимание, если иметь в виду, что в то же время эти карстовые массивы изобилуют гидротермальными явлениями и пещерными образованиями тектонического и гидротермального происхождения, если сравнивать их с карстами Аггтелек, гор Бюкк, Мечек и Вилланы-хедышг, корренным образом отличающимся от задунайского типа (интенсивное поверхностное карстообразование с расчлененными карровыми полями и развитой сетью воронок — *аггтелековый тип*).

Особо любопытным можно считать *региональное различие*, ведь между двумя, характеристически отделимыми типами карстовых территорий нет ни основных *литологических различий*, а также *отсутствуют* такие *отличия по температуре и осадкам*, которыми обуславливалось бы настолько дифференци рованное развитие геоморфологических отпечатков. А что касается *общего числа и продолжительности карстовых стадий*, повторяющихся в течение геологических периодов, то и здесь нет значительного смещения фаз между карстовыми областями, принадлежащими к задунайскому или аггтелековому типу. Причина различий заключается в *разной тектонике и временных отличиях покрытия*.

Признаки показывают, что у карстовых глыб, принадлежащих к задунайскому типу, карстовые стадии, следовавшие друг за другом — из-за интенсивной тектоники и связанной с ней часто повторяющейся трансгрессии и формирования покровных отложений, а потом происходившей заново денудации — каждый раз оставили свой отпечаток на *иной актуальной карстовой поверхности*. То есть на карстах Задунайского среднегорья *карстовые формы, образованные в течение продолжительного времени не слагались*, поэтому и современная поверхность не в состоянии отражать суммарное влияние карстовых периодов геологического прошлого.

Что это и на самом деле так, доказательство тому является наличие *многоярусных горизонтов растворения*, о которых речь уже шла. У карстов типа Аггтелек ни на поверхности, ни в глубине *нет этой избирательной по плоскостям денудации*, а результаты коррозионной денудации видны в *интегрированной*

форме на той же поверхности (что и совпадает с современной поверхностью). Поверхности древних карстов гор Баконь и Вертеш покрыты толстыми третичными отложениями и эти древние карсты становятся видными только после добывания этих отложений и меловых бокситов, расположенных под ними (см. фото №3). В Аггтелек поверхности древнего карста, по своей вероятности сформированные в меловом периоде и в настоящее время находятся *на поверхности земли* (фото №13), поэтому и в наши дни карстуются нормально. Это явление называется «беспрерывностью карстообразования» аггтелекового типа.

Комплексное богатство форм беспрерывного карстообразования лучше всего можно изучать по склонам увала озера Вёрёш-то около Йошвафё, особенно на примере группы скалистых образований Медве-сиклак, но и кроме этого часто встречается на карстах аггтелекового типа (напр. в горах Вилланихедыг). На местонахождении всегда есть терра росса темно-красного цвета, то есть красная почва тропического карста, что и сама свидетельствует о влиянии на поверхность периода денудации с более горячим климатом, с обильными осадками, то есть о беспрерывности карстообразования.



Фото 13. Карровая скалистая формация (Аггтелековый карст), на который комплексно отражаются отпечатки нескольких генетических фаз (беспрерывность карстообразования).

Самые красивые обнаженные *поля карров* нашей страны находятся в Аггтелек (на склоне горы над Аггтелековым озером), (фото №14) и на южных склонах гор Виллани-хедыгег. Эначительны по площади также и голые доломитовые карры которые преимущественно встречаются в Задунайском среднего-рье, но и среди них выделяются *доломитовые карры* около Веспрем, Хаймашкер и Будаэрш, напоминающие каменные пустыни.



Фото 14. Частный вид большого каррового поля, названного местными жителями «Чертовой распашкой» около Аггтелек.

В известняковых каррах встречаются *формы, развитые под почвенным покровом*, с большим количеством корневидных связей. Карры с бороздами дохдя гравитационного происхождения незначительны. Всеобщее распространение *корневидных карров* (с.м. фото №15) указывает на наличие по склонам в недавнем прошлом более пышной растительности по сравнению с настоящим. Уничтожение чернильных дубрав и карстовых кустарниковых лесов произошло уже в историческое время, по своей вероятности под фнтропологическим влиянием, подобно процессу обнажения далматинских карстов.

Карстовые воронки являются характерными только для трех карстовых областей, так как: Аггтелековой, для гор Бюкк и Западного Мечек. Зато в этих райшнах воронок очень много со значительными размерами (фото № 16). Диаметр самых мелких среди них — 5—10 метров, глубина 1—3 метра, но са-

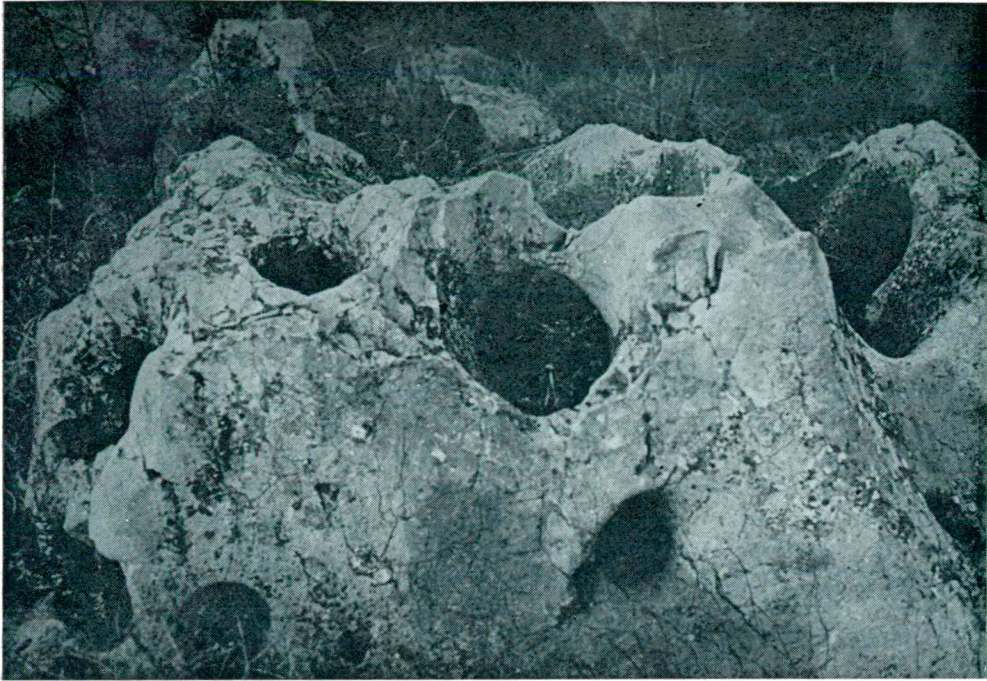


Фото 15. Хорошо развитые типичные для умеренного пояса корневидные карры в триасовом доломите на берегу Аггтелекового-озера. Кроме корневидных карров стоит обратить внимание на выпуклую поверхность, что и указывает на коррозионные процессы, происходящие под почвой.

мые крупные достигают ширины 100—300 м и глубины 20—40 м. Бывает, что за счет соединения нескольких долин формируется увал (Аггтелековый карст).

На первый взгляд воронка *в плане* выглядит оркужностью, на самом деле она *не сохраняет пропорции*, один из ее склонов (обычно восточный; *см. рис. 5.*) более крутой. Таких воронок можно назвать много у которых длина склона западной экспозиции в несколько раз превышает восточную.

Это явление объясняется различиями почвенного климата по склонам разных экспозиций, и в связи с этим почвеннобиологическими, вегетационными особенностями, и поэтому под почвами склонов с различными углами наклона степень растворения тоже отличается.

Наши карстовые воронки — кроме нескольких исключений — формировались *не опусканием пород, а являются коррозионными образованиями, развивавшимися под почвой*, система местонахождений которых не связана с расположением пещер, протягивающихся в глубине. Между этих двух форм генетической связи нет. Современные процессы формирования воронок и в настоящее время вызывают большие или мелкие падения на дне или склонах воронок, но эти все погружения почвы, предшествовали соответствующим опусканием пород, вследствие растворения последних. Наши исследования по карстовым воронкам показали, что известняковые слои коренных пород *сохраняют первичное*



Фото 16. Относительно небольшой глубины но большого диаметра, плоские и непропорциональные коррозионные воронки на Большом плато (Надь-фенншик) гор Бюкк.

направление и угол падения, которое не могло бы случиться, будь воронки явлениями опускания самого известняка (рис. 6).

Для всех трех гор с карстом аггтелекового тила (у которых наличие карстовых воронок является характерной чертой) на плато хорошо видны *серии воронок*, напоминающие ожерелье (фото №17). Раньше эту картину некоторые авторы пытались истолковать как поверхностное явление, сопровождающее обвал пещер, но такое предположение не оправдалось. «Серии воронок» также являются *крупными формами растворения и коррозии известняка, происходящих под почвенным покровом*, как это имело место у одиночных воронок. Образование в этих случаях серии воронок, можно объяснить тем, что на наших карстовых плато еще до начала карстовых периодов, характеризующихся образованием воронок, появились денудационные формы, прежде всего эрозионные долины ручьев, которые в *наклевные фазы* нормальной поверхностной деградации (в фазах карстовой денудации) уже определяющим образом прогнозировали территориальное распределение *микрорайонов интенсивного растворения известняков*. Такую роль древние оси долин могли выполнять потому, что по их склонам благодаря дерации или смыва склонов, почва направилась на

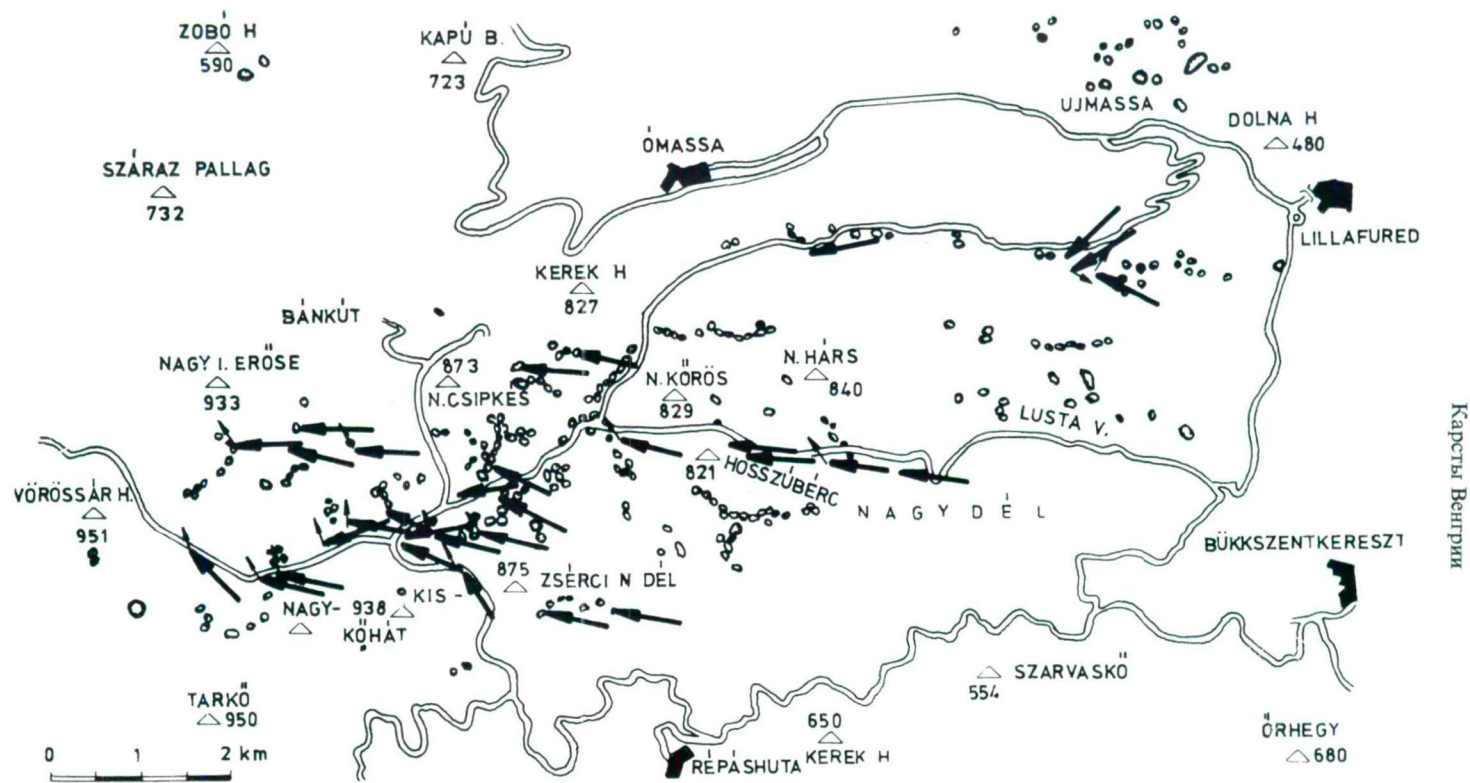


Рис. 5. Сравнение ориентирования по главным направлениям непропорциональных воронок плато Бюкк-фенншик с падением толщ, зарегистрированным в этом пространстве. Толстые стрелки направлены от стороны с наименьшим углом наклона к противоположной, наиболее крутой, стороне воронок. Маленькие стрелки показывают направление падения толщ. Различия по направлениям стрелок доказывают, что асимметричность воронок вызвана не характером падения толщ, своеобразным микро климатическим воздействием, соответствующим экспозиции склонов.



Фото 17. Серия воронок в карстовой области Северного-Боршод, по шоссе Аггтелек-Йошвафё.

таьвер накопляясь там толстым покровом, и своим содержанием биогенной угольной кислоты положительно влиял на агрессивность вод, пололня в шихся за счет осадков.

На тех карстовых плато, где рядом встречаются серии воронок и одиночные воронки, можно хорошо наблюдать, что первые лежат на более низком уровне, чем последние. В большинстве случаев они больше по размеру и более развитые.

5. Группы явлений сязванные с карстовым осадкообразованием

Карсты Веингрии изобилуются осадочными образованиями, особенно известняками, осаждавшимися в карстовых источниках и сталактитами пещер. Такие известковые отложения часто встречаются и их масса, относящаяся к территориальной единице (удельная масса известнякового туфа) превышает этот же показатель не только для карстов Альп, но для динарских.

На первый взгляд это явление может казаться удивительным, тем не менее оно вполне закономерно. Оно связано с тем, что карсты Венгрии с одной стороны находятся относительно *не очень высоко над уровнем моря* (ниже 1000 метров), поэтому температура почвы и атмосферы их поверхности выше, чем на пространствах просачивания альпийския карстов (теплые карсты), а с дру-

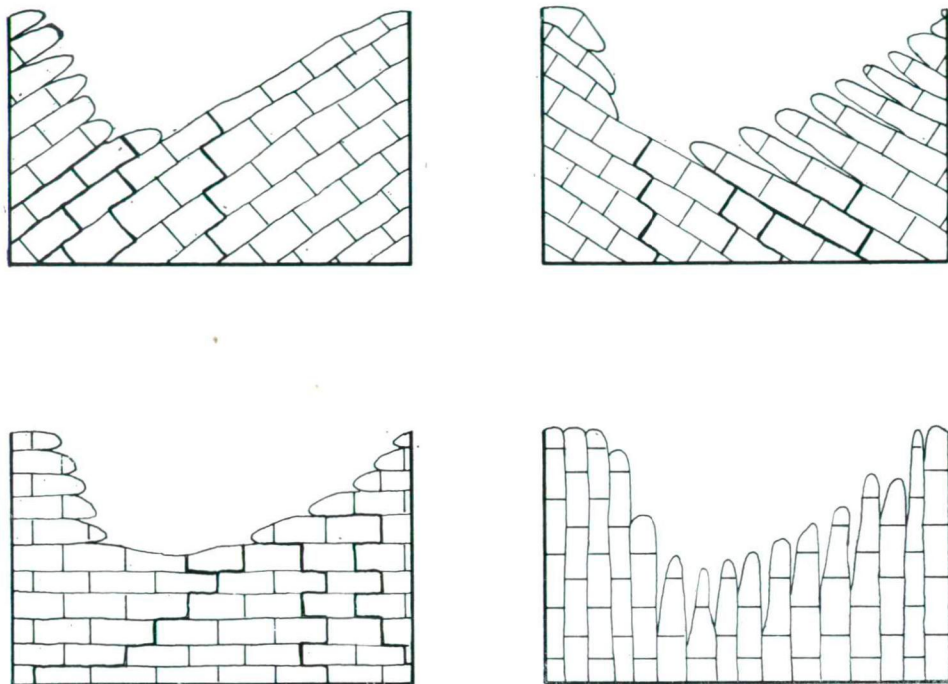


Рис. 6. Разрезы карстовых воронок, очищенных от почвы и продуктов измельчения вплоть до коренных пород, являются доказательством тому, что так называемые «воронки падения» были сформированы не опусканием пород, а почвенной коррозией поверхности известняка. Направление и угол падения пластов остались неизменными в течение образования воронки и всего лишь утоньшенные в результате коррозии слои обрушивались..

гой стороны, вопреки более теплым средиземноморским карстам — летом или в течение вегетационного периода они находятся под влиянием осадков. Такие условия чрезвычайно благоприятны для посадки лиственных лесов, (особенно для чернильных дубняков) значит, естественное состояние отечественных карстов характеризуется наличием на них сплошного лесного покрова, и сопровождающим его *биоактивным почвообразованием на поверхности гонимых пород*. В результате этого вода атмосферных осадков просачивающаяся в глубину карста имеет большое содержание угольной кислоты и *степень растворения известняка высока*. Иными словами это означает, что одновременная *обеспеченность благоприятного температурного и осадочного режима* вызывает более эффективную карстовую эрозию на венгерских карстах, чем на альпийских (где при вегетационном периоде только количество осадков оптимально) или на средиземноморских (где в этот же период выпадает мало осадков).

Выделение известнякового туфа из воды источников и накопление его в долине источника насколько тесно связаны с качеством растительного покрова, что лучшим примером служат те местонахождения известнякового туфа, на которых вследствие антропогенной деградации почв и растительности, осаднение известняка из источника *прекратилось*. Среди таких источников — вода

которых значительно стала мягче по сравнению с ранним химическим характером — можно упомянуть карстовые источники *Инотай-форраш*, уже совсем обнаженной окрестностью или источник *Гарадна-форраш*, но и *Йошва-форраш* около Йошвафё. В раннем естественном, периоде из этих вод энергично отлагался известняковый туф, и в долине источников образовались холмы из известняковых туфов. В настоящее время осаждения извести на дне русла уже не наблюдается.

При изучении этих карстовых источников, обнаружено, что на поверхности водосборной площади и до сих пор, сохранился естественный растиподобные изменения, упомянутые выше, не происходили. Так например, источник *Моношбелли-форраш*, который берет свое начало в довольно лесистом Западном-Бюкк или находящийся в этом же районе *Салайка-форраш* (фото №18), и *Синва-форраш* около Лиллафюред, сохранили свою способность осаждал известняк.

Наиболее любопытный случай среди накоплений известнякового туфа, встречающихся в Венгрии, с точки зрения морфологии карста можно считать холм известнякового туфа около Лиллафюред, так как внутри этой массы находится первичная пещера в известняковом туфе (по старому названию Анна-барланг). Пещера, (большие и маленькие по величине естественные залы и корондоры который искусственно были расширены и связаны друг с другом) является своеобразным примером сингенетически (одновременно с горообразованием) формирующих пещер.

В известняковых туфах у водопадов карстовых ручьев и в других местах образовались пустоты, отличающиеся друг от друга по величине, но благодаря

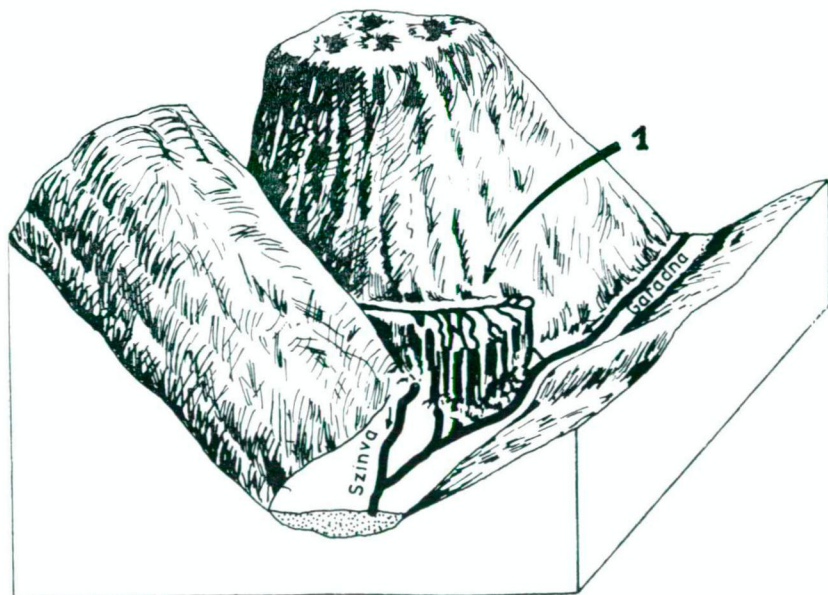


Рис. 7. Блок-диаграмма о лиллафюредском холме известнякового туфа, внутри которого находится сформированная во время пороодообразования пещера Петёфи-барланг, масса которой была построена карстовыми водопадами Синвы, в то же время, как переднюю подошву эрозия ручья Гарадна постоянно подмывала.

1: Лиллафюредский холм



Фото 18 Формация из известняковой туфы, напоминающая на лестницу, растущая и в настоящее время, в долине ручья Салайка в горах Бюкк. Этот карстовый ручей сохранил осадкообразующую способность благодаря тому, что на водосборной площади (карстовое плато гор Бюкк) естественная вегетация пока не уничтожена антропогенной деятельностью

своеобразной рельефной и гидрографической конфигурации, процесс отложения известнякового туфа сопровождался более энергичным формированием каверн, чем обычно. Такое положение объясняется тем, что ручей Синва-патак, не воды которого отложились известняки, впадает в речку Гарадна-патак через *висячую долину* со значительным спадом на высоте и подошву холма, постоянного за счет осаждения известнякового туфа на устье Синвы — эрозия Гарадны

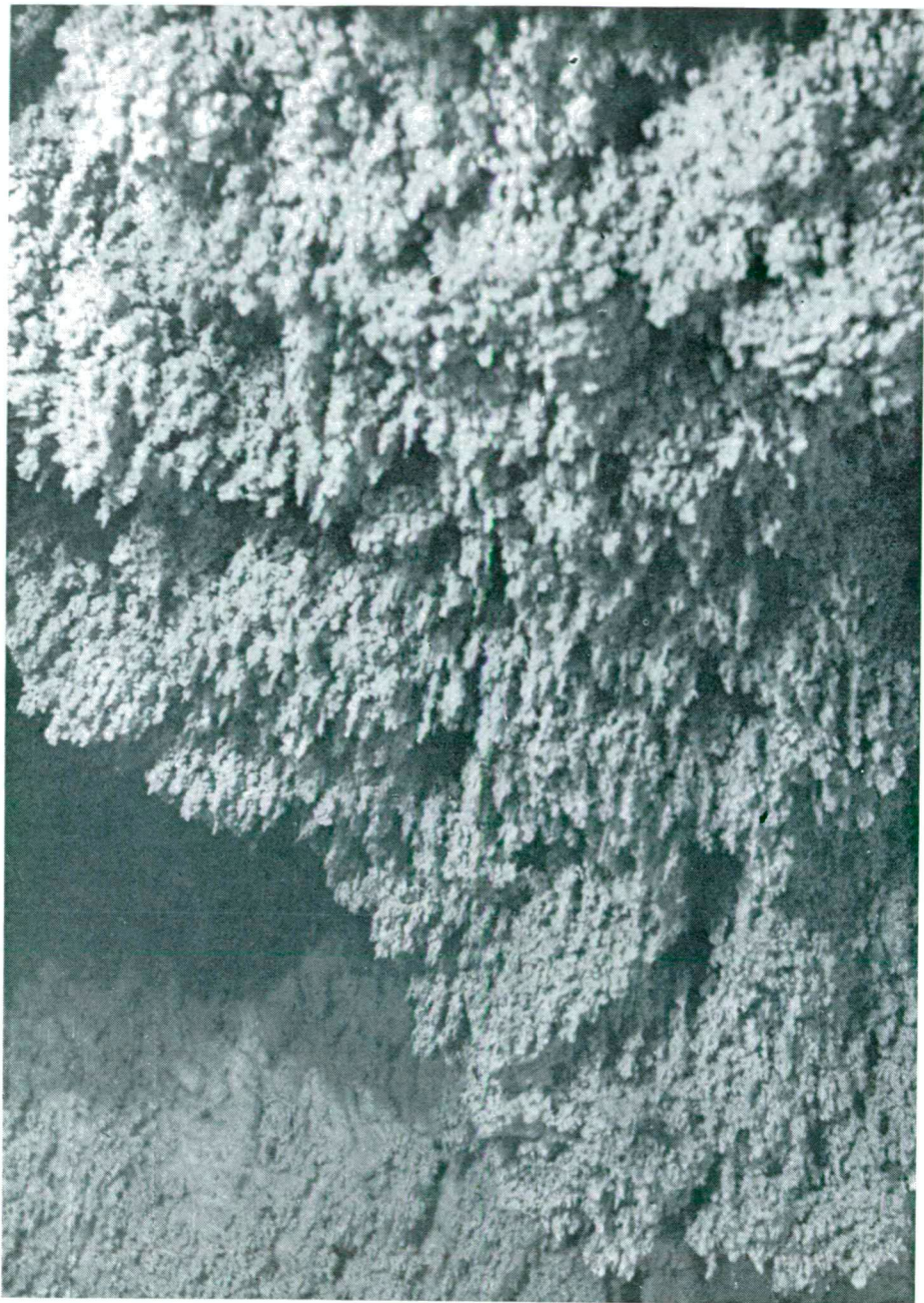


Фото 19. Карстовое образование, напоминающее на занавес и носящее название «Северное сияние», на потолке пещеры Петёфи-барланг в Лиллафюред. Драпировка из известняковой туфы, состоящая из множества обызвестившихся мхов и еловых иголок, обволоченных известью, склеивал водопад карстового ручья Синва.

подмывает уже с давнейших времен. Поэтому холм не мог нормально развивать свои выпуклые склоны, а из-за постоянного подмывания были образованы склоны «круче отвесного», то есть вогнутые и с их «навесов» вода обрушивалась вниз. (Рис. 7.) Эворзия водоската еще больше подмывала стену холма из известнякового туфа. С передвигающихся краев сводов холма корни водных растений, мхи, поселившиеся на них, трава, вымывались течением ручья до переката и здесь вместе с другим растительными волокнами известковались во вник снабжающей воде. Эти куски обызвестковавшихся растительных заносов часто срастался с небольшими дамбами из известковых туфов формировавшимися на краю нижнего бассейна водопадов, и то здесь, то там загораживали пространство от внешнего мира. То есть ручей Синва накопил свой холм известнякового туфа в Лиллафюред с помощью своих водопадов, за счет находившихся в них обызвестившихся поколений растений, со сводами внутри.

На примере водопада Синвы и в настоящее время можно изучать способ образования таких навесов. А мхи, еловые ветки, корни, трава и листья, превратившиеся в твердый известняк, и в настоящее время остались висев в зубчатых сводах пещеры Известнякового туфа (Мэстуфа-барланг; фото №19).

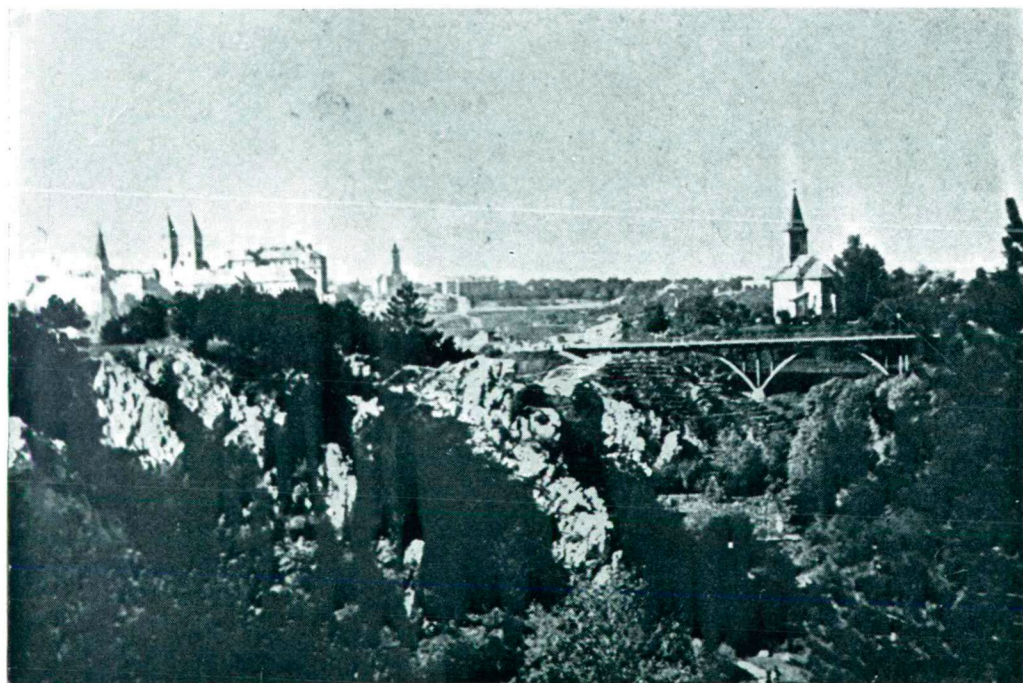


Фото 20. Долина в карстовом доломите около Веспрем характера ущелья, сформированная ручьем Шед, глубиной 80 метров. Город был построен на окраине плато рядом с ущельем.

6. Эрозионные карстовые долины и систем пещер

На карстах Венгрии среднегорного типа часто встречаются поверхностные карстовые долины, сформированные эрозионной деятельностью ручьев, хотя они морфологически нигде не развились до карстовых каньонов (долин прорыва). Даже форма рельефа, названная на карте ущельем (по венгерски «сурдок») — «Ремете-хеди-сурдок» стоит перед нами примером — образной долины, как скалистая долина верхнего течения ручья. И хотя некоторые из карстовых долин ограничены скалистыми склонами, близкими к отвесным (Мария-сакадек в горах Вертеш, Кертешкёи-сурдок в Баконь, Гайа-сурдок около Бодайк, долина Чунья-вельдь, ущелье фельшётаркани сикласорош, Чондро-вельдь, Синва-вельдь у Хамора, и Шед-вельдь около Веспрем) фото №18) и т. д., однако их — даже в европейском масштабе — трудно считать настоящими импозантными карстовыми ущельями. В нашей стране только под землей сохранились сети долин в результате динамической деятельности карстовой эрозии.

Однако необходимо указать на тот факт, что и большие пещеры с ручьями были сформированы не под действием вод, просачивающихся по трещинам в глу-

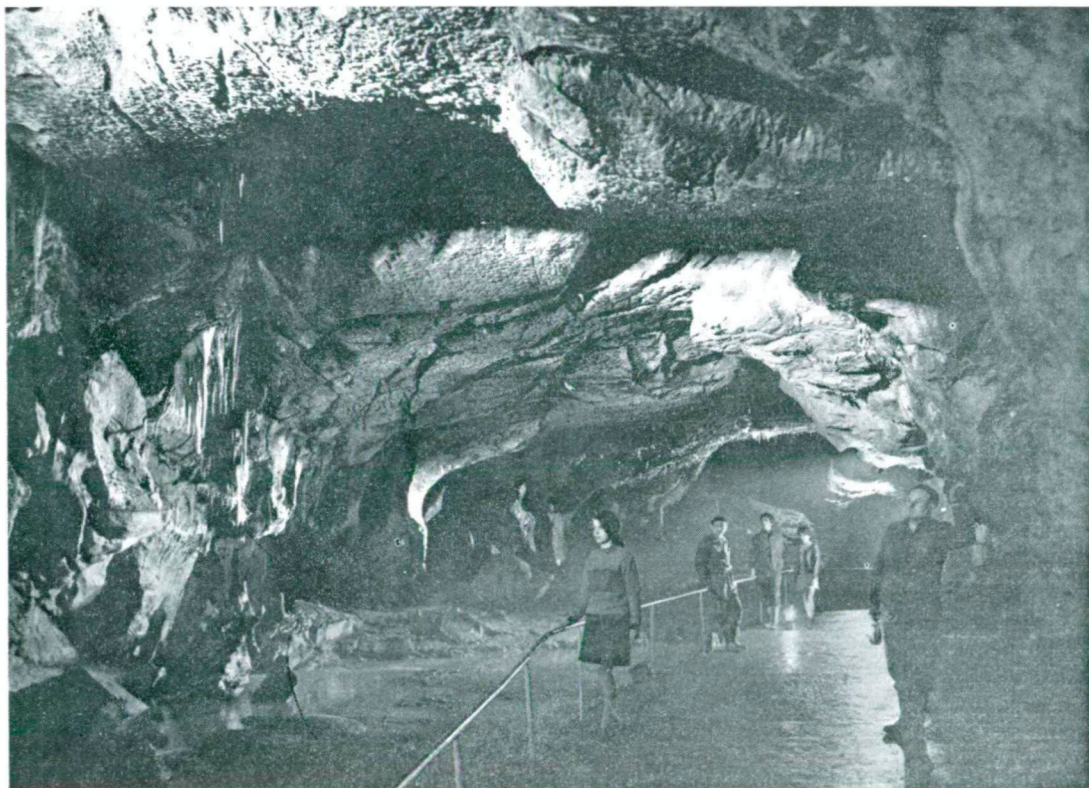


Фото 21. Часть главного корридора пещеры Барадла-барланг, где характерная профиль эрозионного долинного русла осталась недеформированной. Галечник в основном сложен из кварца.

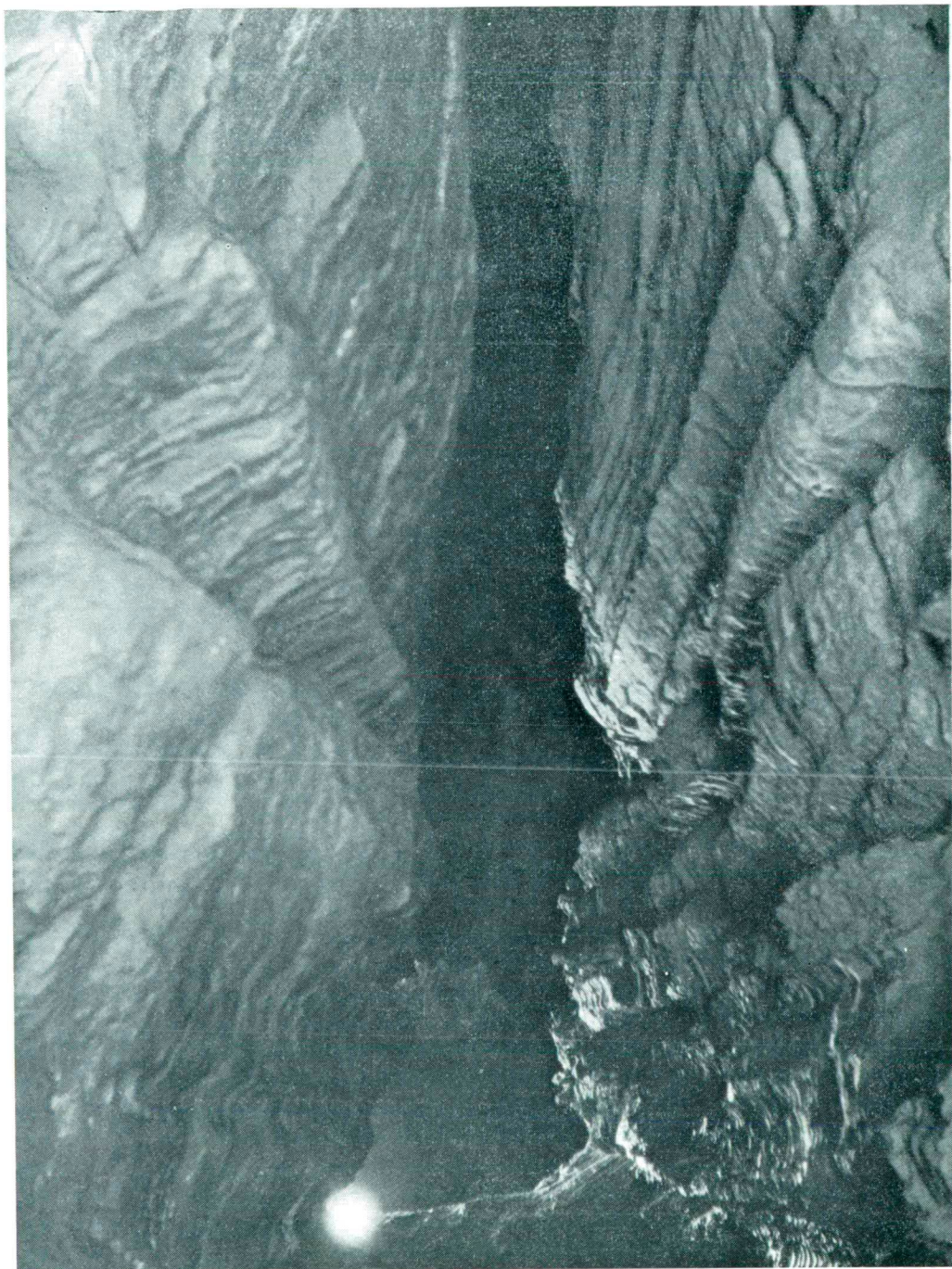


Фото 22. Пещерные террасы, развичые эрозией рутьев на разных высотах, являются скалистыми террасами долины, углубляющей под землей (Ретекаг, пещера Барадла-барланг).

бину известняковой массы, а эрозией за счет наносов экзогенных речушек. Они — водные потоки, прибывающие с соседних поверхностей, построенных из некарстующихся пород — питали или своими периодическими разливами запруживали эти пещерные ручья. Таким образом, наши классические пещерные системы с точки зрения генетики являются не продуктом растворения известняков, а своеобразными подземными формами появления эрозионного процесса, вызывающего образование долин на поверхности за счет углубления речных русел. В Венгрии все крупные карстовые пещеры являются подземными эрозионными долинами ручьев (в своей активной или неактивной стадии) со сводом, которые и свое начало берут от поверхностных долин, а потом эти пещеры опять переходят в поверхностные долины. Связанные с этими пещерами воронки (поноры) и источники можно себе представить нечто иными, чем точками перехода от подземных к надземным отрезкам долин (фото №21 и 22).

Среди карстовых пещер, сформированных русловой эрозией ручьев на первом месте надо упомянуть огромные пещеры Аггтелековой карстовой области, прежде всего *Барадла* и пещеру *Беке-барланг*, *Сабадшаг-барланг* около Эгерсег и пещеру *Ваши Имре-барланг* около Йошвафё; *Кечкекут-барланг* в горах Бюкк, а в горах Мечек — *Абалигети-барланг*. Разумеется, этим не перечислены все наши эрозионные карстовые пещеры, так как в горах Бюкк и в других наших известняковых карстах известно много открытых или только частично вскрытых пещер с воронками или источниками.

ЛИТЕРАТУРА

- D. Balázs (1963): Karsztgenetikai problémák (Проблемы карстовой генетики), Földr. Értesítő 1963. 4.
- D. Balázs (1964): A vegetáció és a karsztkorrózió kapcsolata, (Соотношение между растительностью и карстовой коррозией), Karszt és Barlang, 1964. I.
- B. Bulla (1947): Tönkfelszínek (Поверхности выравнивания), Természettudomány, 1947. köt.
- B. Bulla (1964): Magyarország természeti földrajza, (Физическая география Венгрии), Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.
- J. Cholnoky (1932): A mészkőhegységek földrajzi jellemvonása (Географическая характеристика известняковых гор), Földgömb, 1932.
- J. Cholnoky (1936): A Budai-Várhegy barlangjai (Пещеры в Будаической Вархеди), Barlangvilág, 1936. 6.
- J. Cholnoky (1939): A mészkővidék arculata (Облик известняковой области), Barlangvilág, 1939.
- E. Dudich (1932): Az Aggteleki-cseppkőbarlang és környéke, (Сталактитовая пещера Аггтелек и ее окрестность), Budapest, 1932.
- F. Horusitzky (1953): A karsztvíz elhelyezkedése a Kárpátmedencében (Распределение карстовых вод в Карпатском бассейне), MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl. 1953. I.
- L. Jakucs (1948): A hévforrásos barlangkeletkezés (Образование пещер под влиянием термальных источников), Hidr. Közöny, 1948. 1—4.
- L. Jakucs (1950): A dolomitporlódás kérdése a Budai-hegységben (Вопрос о выветривании доломита в Будаических горах), Földt. Közl. 1950.
- L. Jakucs (1961): Aggtelek és környéke (az Északborsodi-Karsztvidék) (Аггтелек и его окрестность [Северо-Боршодский карстовый район]), Budapest, 1961.
- L. Jakucs (1968): Szempontok a karsztos tájak denudációs folyamatainak és morfogenetikájának értelmezéséhez (Директивы для интерпретации денудационных процессов и морфогенетики карстовых районов), Földr. Értesítő, XVII. 1968. I.
- L. Jakucs (1971): A karsztok morfogenetikája (A karsztfejlődés variációi) (Морфогенетика карстов (варианты в развитии карста), Akadémiai Kiad. Budapest, 1971.

- P. Jakucs* (1956): Karrosodás és növényzet (Карповые процессы и флора), Földr. Közlöny, 1956. 3.
- O. Kadic* (1936): Budapest a barlangok városa (Будапешт — город пещер), Földr. Értesítő, 1936.
- F. Kassai* (1953): A karsztvíznívó jelentősége és ezzel kapcsolatos problémák (Значение уровня карстовых вод и связанные с ним проблемы), MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl. 1953. 1.
- Kessler-Megay* (1961): Lillafüred barlangjai (Пещеры Лиллафюреда), Miskolc, 1961.
- A. Kéz* (1959): A mészkőfelszín pusztulása (Разрушение поверхности известняка), Földr. Értesítő, 1959. 4.
- S. Láng* (1948): Karszttanulmányok a Dunántúli-Középhegységben (Исследование карста в Задунайском Среднегорье), Hidr. Közlöny, 1948.
- S. Láng* (1952): Geomorfológiai-karsztmorfológiai kérdések (Вопросы о геологической и карстовой морфологии), Földr. Értesítő, 1952. 1.
- S. Láng* (1953): A Pilis geomorfológiája (Геоморфология гор Пилиш), Földr. Értesítő, 1953.
- S. Láng* (1954): Hidrológiai és morfológiai tanulmányok a Bükkben (Гидрологические и морфологические исследования в горах Бюкк), Hidr. Közlöny, 1954.
- S. Láng* (1955): Geomorfológiai tanulmányok az Aggteleki-karsztvidéken (Геоморфологические исследования в Аггтелекском карстовом районе), Földr. Értesítő, 1955.
- S. Láng* (1958): A Bakony geomorfológiai képe (karsztos tönkösödés) (Геоморфологический облик гор Баконь (карстовое выравнивание), Földr. Közlöny, 1958. 4.
- S. Láng* (1964): A Bükk geomorfológiai vázlata (Геоморфологический очерк гор Бюкк), Karszt-és Barlangkut. Tájé. 1964. 5—6.
- S. Leel—Össy* (1954): A Magas-Bükk geomorfológiája (Геоморфология Высокогорья Бюкк), Földr. Értesítő, 1954.
- S. Leel—Össy* (1955): Magyarország karsztmorfológiája. Kandidátusi értekezés (Карстовая морфология Венгрии. Кандидатская диссертация), Budapest, 1955.
- S. Leel—Össy* (1957): A Budai-hegység barlangjai (Пещеры в Будаийских горах) Földr. Értesítő, 1957.
- S. Leel—Össy* (1960): Magyarország karsztvidékei (Карстовые районы Венгрии), Karszt és Barlangkut. 1960.
- Marosi—Pécsi—Szilárd* (1958): Budapest természeti képe (Физический облик Будапешта), Budapest, 1958.
- Gy. Ozoray* (1960): Nemkarsztos üregek genetikája magyarországi példák alapján (Генетика некарстовых полостей по венгерским примерам), Karszt és Barlangkut. Tájé. 1960. jan—febr.
- F. Pávay—Vajna* (1930): A forró oldatok és gőzök-gázok szerepe a barlangképződésnél, (Роль горячих растворителей, паров и газов в образовании пещер) Hidr. Közlöny, 1930.
- M. Pécsi* (1964): A magyar középhegységek geomorfológiai kutatásának újabb kérdései, (Новые вопросы о геоморфологических исследованиях Средневысотных гор Венгрии), Földr. Értesítő, 1964. 1.
- E. Scherf* (1922): Hévforrások okozta kőzetelváltozások a Buda-pilisi hegységben (Превращения пород под влиянием термальных источников в горах Буда-Пилиш), Hidr. Közlöny, 1922.
- P. Z. Szabó* (1956): Magyarország karsztormák klimatörténeti vonatkozásai, (Историко-климатологические отношения типов карста в Венгрии), Dunánt. Tud. Gyűjt. 1956.
- P. Z. Szabó* (1963): A hidrodinamika és a karsztalaktan néhány összefüggése Magyarországon (Некоторые отношения между гидродинамикой и карстовой морфологией в Венгрии), Dunánt. Tud. Gyűjt. 1963.
- P. Z. Szabó* (1968): Újabb adatok és megfigyelések a magyarországi őskarsztjelenségek ismeretéhez (Новые данные и наблюдения к знанию о древних карстовых явлениях) Dunánt. Tud. Gyűjt. 1968.
- E. Vadász* (1940): A Dunántúl karsztvizei (Карстовые воды Задунайского края), Hidr. Közlöny, 1940.
- E. Vadász* (1951): Bauxitföldtan (Геология боксита), Budapest, 1951.
- I. Ventovits* (1949): Adatok a dorogi mezozoós alaphegység szerkezetével kapcsolatos üregekhez és járatokhoz, (Данные для полостей и оврагов, связанных со структурой мезозойских основных гор Дорог), Hidr. Közlöny, 1949.